



João Henrique da Silva Gonçalves Miranda

Licenciado em Engenharia Geológica

**Proposta para a adoção de uma estratégia de
adaptação para frentes urbanas costeiras em risco
de litoral de arriba entre Alcobaça e o Cabo
Espichel. Contributo para uma política costeira
sustentável em cenário de alterações climáticas**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente, Perfil de Engenharia de Sistemas
Ambientais

Orientador: Prof. José Carlos Ribeiro Ferreira, Professor
Assistente, Faculdade de Ciências e Tecnologia –
Universidade Nova de Lisboa

Co-orientador: Eng.º António Alfredo da Silva Mota
Lopes, Técnico Superior, Agência Portuguesa do
Ambiente, I.P.

Júri:

Presidente: Prof.ª Doutora Maria Teresa Calvão Rodrigues

Arguente: Prof. Doutor Paulo do Carmo de Sá Caetano

Vogal: Prof. José Carlos Ribeiro Ferreira



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Outubro 2016

João Henrique da Silva Gonçalves Miranda

Licenciado Engenharia Geológica

**Proposta para a adoção de uma estratégia de
adaptação para frentes urbanas costeiras em risco
de litoral de arriba entre Alcobaça e o Cabo
Espichel. Contributo para uma política costeira
sustentável em cenário de Alterações Climáticas**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente,
Perfil de Engenharia de Sistemas Ambientais

Orientador: Prof. José Carlos Ribeiro Ferreira, Professor Assistente, Faculdade
de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa

Co-orientador: Eng.º António Alfredo da Silva Mota Lopes, Técnico
Superior, Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.

Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa

Outubro de 2016

**Proposta para a adoção de uma estratégia de
adaptação para frentes urbanas costeiras em risco
de litoral de arriba entre Alcobaça e o Cabo
Espichel. Contributo para uma política costeira
sustentável em cenário de Alterações Climáticas**

© João Henrique da Silva Gonçalves Miranda
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Aproveito aqui para agradecer aos meus orientadores, ao Professor José Carlos Ferreira (FCT/UNL) e ao Eng.^o Mota Lopes (APA, I.P.), pelo tema da dissertação, oportunidade de estágio na Agência Portuguesa do Ambiente, e por todo o apoio, ensinamentos e disponibilidade ao longo da dissertação.

Agradeço à FCT, aos Professores que me formaram em todas as matérias, e aos amigos que durante este percurso académico foram fundamentais, em especial, ao Raul, David, Ferreira, Yucânia, Rita, Soraia, Catarina, Ana, Mariana, Assis, Inverno e Xico por toda a ajuda, apoio, boa disposição e pela a amizade.

Agradeço em especial e dedico este trabalho, a toda a minha família e amigos, sobretudo aos meus pais, aos meus avós, aos meus irmãos, ao meu tio Zé Gomes e à Raquel, que foram sempre a inspiração e força para que fosse possível a conclusão deste trabalho.

Resumo

A presente dissertação desenvolve e aprofunda o conhecimento relacionado com o risco costeiro de zonas edificadas em litoral de arriba, levando em consideração, as dinâmicas instaladas e as que acrescerão em cenários de alterações climáticas.

Na ótica da segurança das pessoas e bens, é fundamental uma gestão integrada que otimize os recursos existentes, como são os ambientais e paisagísticos, onde o ordenamento do território e a gestão urbana em particular têm um papel chave face à herança que queremos deixar às gerações vindouras.

A realização deste trabalho resultou de um estágio realizado na Agência Portuguesa do Ambiente (APA, I.P.), que beneficiou da oportunidade do decorrer da revisão dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira vigentes, que de acordo com a legislação em vigor e para a área de estudo, importou considerar o Programa da Orla Costeira Alcobça-Cabo Espichel (POC-ACE). Tem como principal objetivo contribuir para a identificação de problemas e propor soluções face ao evidente crescente risco das frentes urbanas costeiras sujeitas ao recuo das arribas e que, neste troço costeiro da costa continental, dominam.

Através de uma metodologia semi-quantitativa para avaliação do risco, efetuada em termos de perigosidade e vulnerabilidade, foram identificadas para o troço em estudo: 7 frentes urbanas de risco “Muito Elevado”, 7 de risco “Elevado”, 21 de risco “Médio” e 36 de risco “Reduzido” ou “Não significativo”. Identificaram-se ainda, 1903 construções contidas em faixa de salvaguarda definidas pelo POC-ACE, dos quais 614 são edifícios residenciais de elevado risco que poderão ser afetados num futuro próximo.

O caso de estudo incidiu sobre a frente urbana da “Pedra do Ouro”, em Alcobça, onde com base em análises de custo-benefício para as opções de adaptação costeira (relocalização, acomodação e proteção) e numa ótica predominantemente económica e de mitigação do risco, concluiu-se que são significativas as ações de urbanização no passado recente em zona de risco, e que estas, com base nos resultados obtidos, deveriam passar pela opção de recuo planeado/relocalização a curto e médio prazo, em detrimento das opções de proteção e acomodação. Conclui-se ainda da necessidade de, a longo prazo, ter que ser considerado no planeamento e na gestão urbana, que se está a trabalhar num território a prazo, embora com séries temporais relativamente largas, não parece ser compatível com licenciamentos de usos do solo definitivos.

Palavras Chave: arribas, risco, adaptação, gestão urbana, alterações climáticas, análise custo-benefício, “Pedra do Ouro” (Alcobça)

Abstract

This dissertation develops and deepens the knowledge related to coastal risk areas built on cliff coastline, and considers the dynamic installed and which will be added in climate change scenarios.

In the perspective of security of people and goods, a balanced integrated management is required to optimize existing resources, as are the environmental and landscape, where urban management and spatial planning has a key role given the legacy we want to leave to future generations.

This work resulted from an internship in the Portuguese Environmental Agency (APA I.P.), which benefited from the opportunity of the ongoing review of the existing Coastal Zone of Spatial Plans (POOC), and in accordance with the legislation in force and area of the dissertation study, imported consider the Coastal Zone Program Alcobaca - Cabo Espichel (POC-ACE). The main objective was to contribute to the identification of problems and solutions over the apparent increased risk of coastal urban fronts subject to the retreat of the cliffs and, in this coastal stretch of mainland coast, dominate.

Through a semi-quantitative methodology for risk assessment, carried out in terms of hazard and vulnerability have been identified for the section under study: 7 urban fronts risk "Very High", 7 risk "High", 21 risk "Medium "; and 36 risk "reduced" or "not significant." It was found also contained 1903 buildings in safeguarding range defined by the POC-ACE, of which 614 are residential built of high risk that may be affected soon.

The case study is focused on the urban front of the "Pedra do Ouro", in Alcobaca, which based on a cost-benefit analysis for coastal adaptation options (relocation, accommodation and protection) and a dominantly economic perspective and mitigation risk, it was concluded that the urbanization actions in the recent past in the risk zone are significant, and that these, based on the results, should go through the retreat option/relocation in the short and medium term, to the detriment of options protection and accommodation. Also, can be concluded the need, for the long term, that must be considered in planning and urban management, which is working on the term territory, although with relatively large time series, it does not seem to be compatible with licensing of land uses definitive.

Keywords: cliffs, risk, adaptation, urban management, climate changes, cost-benefit analysis, "Pedra do Ouro" (Alcobaca)

Índice

Agradecimentos	V
Resumo	VII
Abstract.....	IX
Índice de Figuras.....	XIII
Índice de Tabelas	XVII
Abreviaturas e Siglas	XIX
1 Objetivos Gerais e Organização da Dissertação	1
1.1 Enquadramento e descrição do problema	1
1.2 Objetivos e âmbito	4
1.3 Organização da dissertação	5
1.4 Conceitos Importantes.....	7
2 Enquadramento Conceptual – Arriba.....	9
2.1 Litoral de Arriba.....	9
2.1.1 Origem	9
2.1.2 Evolução	10
2.1.3 Morfologia	13
2.1.4 Instabilidades e Movimentos de Massa	19
2.1.4.1 Queda de Blocos	22
2.1.4.2 Tombamentos.....	22
2.1.4.3 Deslizamentos	23
2.1.4.4 Escoadas.....	24
2.1.5 Taxas de Recuo	25
2.2 Risco em Litoral de Arriba.....	27
2.2.1 Risco	27
2.2.2 Gestão e Mitigação do Risco	30
2.2.3 Ordenamento do Território.....	33
2.2.3.1 REN – Reserva Ecológica Nacional	34
2.2.3.2 Programas da Orla Costeira.....	35
2.2.3.3 Faixas de Risco/Salvaguarda – POC-ACE	36
2.2.4 Estratégias de Adaptação	38
2.2.4.1 Relocalização	41
2.2.4.2 Acomodação.....	42
2.2.4.3 Proteção	43
2.2.4.4 Análise Custo-Benefício	47
2.2.5 Legislação.....	48
3 Área de Estudo.....	53
3.1 Enquadramento Geográfico	53
3.1 Ventos e Agitação Marítima.....	54
3.2 Fornecimento Sedimentar e Distribuição.....	56
3.3 Enquadramento Geomorfológico e Geológico	58
3.4 Enquadramento Climático	65
3.5 Relevo	66
3.6 Áreas de Interesse.....	67
3.7 Evolução Populacional	68
3.8 Enquadramento de Risco	69
4 Metodologia	71
4.1 Identificação e Localização do Risco	72
4.2 Avaliação e Índice de Risco	76
4.2.1 Perigosidade Aparente.....	77
4.2.2 Vulnerabilidade	79
4.2.3 Índice de Risco.....	80

4.3	Análise Custo Benefício – Pedra do Ouro.....	83
4.3.1	Proteção.....	85
4.3.2	Acomodação	88
4.3.3	Acomodação e Proteção.....	88
4.3.4	Relocalização.....	88
4.4	Fichas de Caracterização de Frente Costeira.....	89
5	Resultados.....	91
5.1	Avaliação do Risco.....	91
5.2	Custos das Estratégias de Adaptação – Pedra do Ouro	99
5.2.1	Cenário 1.....	99
5.2.2	Cenário 2.....	102
5.3	Ficha de Caracterização de Aglomerado – Pedra do Ouro	105
6	Conclusão.....	107
7	Referências Bibliográficas	113
Anexos.....		121
	Anexo I - Definição das Faixas de Risco por frente troço (APA – POC ACE)..	121
	Anexo II - Ficha de Aglomerado Urbano – Pedra do Ouro	123
	Anexo III - Custos de Proteção – Pedra do Ouro.....	129
	Anexo IV - Custos de Acomodação e Relocalização no ano inicial (2015) – Pedra do Ouro	131
	Anexo V - Dados característicos das arribas por frente urbana do POC-ACE	133
	Anexo VI - Dados dos edificadados em Faixa de Salvaguarda por frente urbana do POC-ACE	139
	Anexo VII - Avaliação do Risco por frente urbana do POC-ACE	153

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Praia do Forte Novo (Loulé).	4
Figura 1.2 - Conceito de Litoral, Zona costeira, Orla costeira e os seus limites.....	7
Figura 2.1 - Elementos geomorfológicos das arribas alcantiladas.	9
Figura 2.2 - Principais factores que promovem a evolução das arribas.....	10
Figura 2.3 - Processo do recuo de arribas.....	11
Figura 2.4 - À esquerda uma arriba rochosa, em Pontal Gordo (Vila do Bispo), talhada em dolomitos do Jurássico; à direita uma arriba branda, na Praia da Falésia (Albufeira), talhada em arenitos.....	11
Figura 2.5 - a) margas calcárias da Pedra do Ouro; b) a Norte da Foz do Arelho, arribas de arenitos argilosos; c) arribas calcárias (Cabo Carvoeiro em Peniche); d) Granitos, Cabo Raso.	12
Figura 2.6 - Representação dos três estágios de evolução.....	13
Figura 2.7 - Perfis das arribas ativas; M: processos marinhos; SA: processos subaéreos.....	14
Figura 2.8 - Tipos de Arribas.....	14
Figura 2.9 - À esquerda a arriba alcantilada mista de heterogeneidade litológica (areias e calcarenitos) da Praia de Santa Eulália (Albufeira) e a arriba do lado direito, alcantilada de litologia homogénea (calcarenitos) da Praia do Carvoeiro (Lagoa).....	15
Figura 2.10 - Traçado da LMPMAVE e da crista da arriba na praia do Barranco (Vila do Bispo).	16
Figura 2.11 - Critérios de demarcação da LMPMAVE, β (inclinação) e CA (crista da arriba) em arribas alcantiladas e não alcantiladas, de litologias rochosa (cor roxa) e branda (tons acastanhados)	16
Figura 2.12 – Pequenos algares no Cabo Espichel	17
Figura 2.13 - Cone de dejeção, em Vale Furado (Alcobaça).....	17
Figura 2.14 - a) Fajã do sítio do Facho, em Alcobaça; b) Fajã dos Cubres na ilha de S.Jorge, Açores (20/06/2014).	18
Figura 2.15 - Leixões “Os doze apóstolos” (Victoria, Australia).....	18
Figura 2.16 - Fatores dos movimentos de massa	19
Figura 2.17 - Parâmetros dimensionais.	20
Figura 2.18 - Os quatro tipos primários de movimentos.	20
Figura 2.19 - Queda de blocos na praia Maria Luísa.....	22

Figura 2.20 - Tombamento ou balançamento.....	23
Figura 2.21 - Deslizamento rotacional de detritos à esquerda e deslizamento planar à direita.	23
Figura 2.22 - Deslizamento Planar (Praia da Consolação).....	24
Figura 2.23 - Fluxo de detritos	24
Figura 2.24 - Recuo em arribas em Pacifica, California	27
Figura 2.25 - Modelo conceptual do Risco.....	29
Figura 2.26 - Esquema holístico do conceito de avaliação do risco.....	29
Figura 2.27 – Medidas de atuação possíveis para a minimização do risco, passando pela minimização dos efeitos erosivos e pela realocização dos elementos expostos.	31
Figura 2.28 - Quadro de gestão do risco em arriba.	31
Figura 2.29 - Exemplos de sinalização de risco em arribas. Advertência para o risco elevado quanto mais próximo do sopé (27/08/2016).....	33
Figura 2.30 - Arriba costeira. Na ausência de outros valores de referência: o topo até ao rebordo superior deve ter, sempre que possível, um mínimo de 25 metros (1); a faixa de protecção superior deve ter um mínimo de 50 metros (2) e a faixa de protecção inferior tem a largura mínima de 15 metros (3).	35
Figura 2.31 - Limites territoriais dos Programas da Orla Costeira.....	35
Figura 2.32 - Representação das faixas de salvaguarda em ambiente ArcGIS (em zona “residual” no concelho de Peniche, a Sul da urbanização de São Bernardino).	37
Figura 2.33 - Estratégias de Adaptação: Relocalização, Acomodação e Protecção.....	38
Figura 2.34 - Hierarquia das estratégias de adaptação.....	39
Figura 2.35 - Esquema das ações “remover”, “relocalizar” e “readaptar”.....	41
Figura 2.36 - Palheiros tradicionais.....	42
Figura 2.37 - Dique de habitações flutuante	42
Figura 2.38 - “Pillar House” California.....	42
Figura 2.39 - Desmonte na praia Maria Luísa a 15 de Maio de 2008.....	44
Figura 2.40 – Redes de proteção na Praia da Adraga, Sintra.	44
Figura 2.41 - Barreira dinâmica.....	45
Figura 2.42 - Praia de Albufeira, proteção da arriba em betão projectado, ancoragens, estrutura vigiada de betão armado e estruturas de madeira servindo de plataformas para a vegetação.	46
Figura 2.43 - Praia do Algodio na Ericeira, aplicação de b) saneamento, pregagens, drenagem, revestimento com máscara de alvenaria e, a) aplicação de barreiras dinâmicas.	46

Figura 2.44 – Construção de reforço em enrocamento no sopé da arriba de S.Pedro de Moel.	47
Figura 2.45 - Margens em arribas alcantiladas (a face da arriba representada tem 75°).	49
Figura 2.46 - Área de intervenção do poc.....	50
Figura 3.1 - Enquadramento da área de estudo, com os concelhos abrangidos pelo POC-ACE.	53
Figura 3.2 – Potência média das ondas no litoral continental Português.....	55
Figura 3.3- Mapa com as divisões das subcélulas e células sedimentares.	56
Figura 3.4 - Processos que condicionam a posição da linha de costa.....	57
Figura 3.5 - Classificação da geomorfologia das unidades sobre o lado do leito e sobre o lado da margem da LMPMAVE, na área da APA, I.P./ ARH-Tejo.....	58
Figura 3.6 - Enquadramento morfoestrutural (esquerda) e tectono-estratigráfico (direita).	59
Figura 3.7 - Mapa Geológico do troço Cabo Espichel - Costa da Caparica.	61
Figura 3.8 - Mapa Geológico do troço Carcavelos – Cabo Raso.	62
Figura 3.9 - Mapa Geológico do troço Cabo Raso – Foz do Sizandro.	62
Figura 3.10 - Mapa Geológico do troço Foz do Sizandro – Areia Branca.	63
Figura 3.11 - Mapa Geológico do troço Areia Branca – Foz do Arelho.	64
Figura 3.12 - Mapa Geológico do troço Foz do Arelho – Nazaré.	64
Figura 3.13 - Mapa Geológico do troço Nazaré – Pedra do Ouro.	65
Figura 3.14 - Enquadramento Climático. Mapa da Precipitação e Temperatura para a área de estudo (Alcobaça-Espichel).....	66
Figura 3.15 - Mapa hipsométrico para a zona de estudo.	67
Figura 3.16 - Áreas de Interesse para a zona de estudo.....	68
Figura 3.17 - Variação da população entre 2001 e 2011 (%).	69
Figura 3.18 - Cartografia de risco para a área de intervenção (Alcobaça-Espichel).	70
Figura 4.1 - Esquema metodológico de localização e identificação do risco, articulando os vários conceitos.....	72
Figura 4.2 - Sobreposição dos elementos para análise e localização do risco (“Bicas” em Sesimbra).	73
Figura 4.3 - Localizações consideradas em risco e as frentes urbanas respectivas.....	75
Figura 4.4 - Metodologia de risco para arribas para o troço Sines-Zambujeira do Mar.	76
Figura 4.5 - Frente Urbana da praia da Pedra do Ouro.	83

Figura 4.6 - Instabilidades ocorridas no presente ano de 2016.....	84
Figura 4.7 - Obra de betão projectado com pigmento aproximado da cor da paisagem natural envolvente, localizada na frente e junto ao acesso da Praia da Pedra do Ouro (19/08/2016). .	84
Figura 4.8 - Obra de betão projectado na praia da Pedra do Ouro, com cavidades e detritos no sopé da arriba de margas calcárias (19/08/2016).....	85
Figura 4.9 – Situação da obra de proteção no sopé da arriba em “São Pedro de Moel” de Novembro de 2012 para Dezembro de 2014.....	86
Figura 4.10 – Investimentos em defesa costeira no concelho de Espinho.....	87
Figura 4.11 - Cenários para a estratégia de proteção.	87
Figura 5.1 - Mapa de Risco das frentes urbanas costeiras do POC-ACE.....	93
Figura 5.2 - Edificados em risco (a vermelho) na Praia das Bicas (Sesimbra).	94
Figura 5.3 - Edificados em risco (a vermelho) na frente urbana “Mina” (Alcobaça).	95
Figura 5.4 – Edificados em risco (a vermelho) em “Vale Furado” (Alcobaça).	95
Figura 5.5 – Edificados em risco (a vermelho) na “Pedra do Ouro” (Alcobaça).	95
Figura 5.6 – Edificados em risco (a vermelho) na “Nazaré”.	96
Figura 5.7 – Edificados em risco (a vermelho) em “Boavista” (Caldas da Rainha).	97
Figura 5.8 – Edificados em risco (a vermelho) em “Valmitão” (Lourinhã).....	97
Figura 5.9 - Custos Acumulados das estratégias de adaptação para o Cenário 1, para 10 anos de vida útil da obra.	100
Figura 5.10 - Custos Acumulados das estratégias de adaptação para o Cenário 1, para 25 anos de vida útil da obra.	101
Figura 5.11 - Custos Acumulados das estratégias de adaptação para o Cenário 2, para 10 anos de vida útil da obra.	103
Figura 5.12 - Custos Acumulados das estratégias de adaptação para o Cenário 2, para 25 anos de vida útil da obra.	104
Figura 5.13 - Atualização das instabilidades ocorridas para a pedra do ouro, com base em fotografias do <i>google earth</i> (2016)	105
Figura 5.14 - Comparação da evolução do edificado (a vermelho) em faixa de risco (a amarelo) com base em fotografias do <i>google earth</i> (2006-2011).	106
Figura 6.1 - Derrocada ocorrida em Fevereiro de 2016 no miradouro para a praia da “Pedra do Ouro” (18/8/2016).....	107

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Escalas de velocidade e resposta humana para os movimentos de massa.....	21
Tabela 2.2 – Tabela de Taxas de recuo médias em arribas.....	26
Tabela 2.3 - Regiões Hidrográficas por POC.....	36
Tabela 2.4 – Medidas pesadas e leves das estratégias de adaptação.....	40
Tabela 2.5 - Resumo das medidas de intervenção em litoral de arriba	40
Tabela 3.1 - Frequência e velocidade média do vento para a estação meteorologica de "São Pedro de Moel".....	54
Tabela 3.2 - Frequência e velocidade média do vento para a estação meteorologica de "Cabo Carvoeiro".....	54
Tabela 3.3 - Frequência e velocidade média do vento para a estação meteorologica de "Cabo da Roca".....	55
Tabela 9 - Localização das subcélulas e células sedimentares.....	56
Tabela 4.1 - Enquadramento de Conceitos do Risco.....	72
Tabela 4.2 - Escala de Significância.....	77
Tabela 4.3 - Ponderação da Probabilidade de Ocorrência.....	78
Tabela 4.4 - Ponderação da Magnitude.....	78
Tabela 4.5 - Matriz de Cálculo de Perigosidade Aparente e respectiva classificação.....	79
Tabela 4.6 - Ponderação do Dano Potencial.....	79
Tabela 4.7 - Matriz de Cálculo de Vulnerabilidade.....	80
Tabela 4.8 - Matriz de Cálculo do Índice de Risco e respectiva classificação.....	81
Tabela 5.1 - Índice e grau de risco por frente urbana do POC-ACE.....	91
Tabela 5.2 - Custos Acumulados das estratégias de adaptação para o Cenário 1, para 10 anos de vida útil da obra.....	99
Tabela 5.3 - Custos Acumulados das estratégias de adaptação para o Cenário 1, para 25 anos de vida útil da obra.....	100
Tabela 5.4 - Custos Acumulados das estratégias de adaptação para o Cenário 2, para 10 anos de vida útil da obra.....	102
Tabela 5.5 - Custos Acumulados das estratégias de adaptação para o Cenário 2, para 25 anos de vida útil da obra.....	103
Tabela 8.1 - Definição das Faixas de Salvaguarda para o POC-ACE.....	121

Tabela 8.2 - Tabela dos custos de proteção para a frente urbana da "Pedra do Ouro", incluindo os respetivos cenários 1 e 2.....	129
Tabela 8.3 - Custos de acomodação e realocização no ano inicial (2015) para a frente urbana "Pedra do Ouro".	131
Tabela 8.4 - Dados característicos das arribas por frente urbana do POC-ACE.	133
Tabela 8.5 - Dados dos edificados em Faixa de Salvaguarda por frente urbana do POC-ACE.	139
Tabela 8.6 - Avaliação do risco por frente urbana do POC-ACE.....	153

Abreviaturas e Siglas

ACB	Análise Custo-Benefício
ANPC	Autoridade Nacional de Proteção Civil
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
ARH	Administração da Região Hidrográfica
ATTR	Áreas Territoriais a Reabilitar e a Regenerar
CCDR	Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional
CE	Comissão Europeia
DL	Decreto Lei
DSAS	<i>Digital Shoreline Analysis System</i>
ENGIZC	Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira
ICNB	Instituto de Conservação da Natureza e da Biodiversidade
ICNF	Instituto de Conservação da Natureza e Florestas
INAG	Instituto da Água
INE	Instituto Nacional de Estatística
LMPMAVE	Linha da Máxima Praia-Mar de Águas Vivas Equacionais
LNEG	Laboratório Nacional de Energia e Geologia
PDM	Plano Diretor Municipal
PEOT	Planos Especiais de Ordenamento do Território
PNPOT	Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território
POC	Programa da Orla Costeira
POOC	Plano de Ordenamento da Orla Costeira
PP	Plano de Pormenor
PROT	Plano Regional de Ordenamento do Território
PS	Plano Sectorial
PU	Plano de Urbanização
REN	Reserva Ecológica Nacional
SIARL	Sistema de Administração do Recurso Litoral
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SMPC	Serviço Municipal de Proteção Civil

1 Objetivos Gerais e Organização da Dissertação

1.1 Enquadramento e descrição do problema

A zona costeira tem sido objeto de permanente estudo e de preocupação por se tratar de áreas com grandes potencialidades e bastante atrativas do ponto de vista económico, ambiental e social, mas também estas geradoras de conflitos entre si ao que acresce o facto de se tratar de um território muito dinâmico e ao mesmo tempo frágil.

Em cenários de alterações climáticas, o aumento do nível do mar e a alteração do regime de tempestades terá consequências muito significativas no equilíbrio costeiro, de que se destacam os processos erosivos e os galgamentos marinhos e consequentemente no aumento dos fatores de risco.

A zona costeira é diretamente influenciada por múltiplos fenómenos naturais como ondas, correntes, marés, tempestades, ou de origem geológica, mas também como por fatores antrópicos, como a ocupação e alterações dos sistemas costeiros e também no ciclo sedimentar, trazendo assim perigosidades acrescidas como são a inundação de margens, o galgamento de sistemas dunares, movimentos de massa, *tsunami*, a degradação ambiental, a perda de habitats e espécies, bem como impactes assinaláveis na qualidade das águas (Ribeiro, 2010).

O litoral do continente Português tem aproximadamente 987 km de extensão, cerca de $\frac{3}{4}$ da população e 80% do PIB é contribuído por esta zona (GTL, 2014b) e segundo relatório da Comissão Europeia (Eurosion, 2004), Portugal ocupa o quarto lugar dos 18 Países da União Europeia, com maior erosão no litoral e cerca de 67% é considerada zona de risco de perda de terreno (Santos *et al.*, 2002). Roebeling *et al.* (2011) avança ainda, que pelo ano de 2050 a zona costeira poderá perder uma área aproximada de 850 hectares.

O rápido crescimento populacional sentido no litoral Português nas últimas décadas, bastante associado a uma procura turística balnear com características muito sazonais, trouxe um rápido crescimento urbano da zona costeira e que teve como principais consequências a degradação dos sistemas costeiros e uma crescente exposição ao risco, sendo que este último é o tema central desta dissertação embora dirigido para o litoral de arriba.

As arribas constituem formas geológicas específicas do litoral, de declives elevados ou abruptos de materiais constituintes resultantes de processos morfogénicos marinhos, continentais e biológicos. É submetida a ação direta ou indireta do mar e a sua evolução processa-se por uma sequência descontínua de movimentos de massa (Teixeira, 2009a). Trata-se de espaços que possuem uma dinâmica própria, nem sempre perceptível pelos não especialistas da matéria e com muita incerteza associada, e que se não forem tidos em conta

nos processos que envolvem a ocupação e usos do solo, acabam por se tornar em fatores de crescente preocupação pois colocam pessoas e bens em risco.

Em Portugal são significativos os trechos costeiros vulneráveis à erosão e dentro destas à ocorrência de instabilidades em arribas com ocupação humana, muito produto de uma deficiente política de planeamento territorial, estimando-se que cerca de 30% da zona costeira Portuguesa é ocupada por construções permanentes onde se incluem habitações, estabelecimentos de atividades económicas e portuárias (segundo a Resolução do Conselho de Ministros nº82/2009). A perigosidade e imprevisibilidade da instabilidade de arribas é bem evidente nos trágicos acontecimentos ocorridos na Praia Maria Luísa (Albufeira) que originou 5 mortos em 2009, na Praia da Almagreira (Peniche) onde desmoronamentos distintos provocaram a morte de 3 turistas, um alemão em 2003, e um casal de espanhóis em 2005 (Pinto e Teixeira, 2014). Embora sem vítimas, mas com danos para edificações, é de assinalar a destruição completa de um restaurante no sopé da arriba na Praia do Canavial (Lagos) em 1997, e no Vale do Lobo (Loulé), em 2004, o recuo da arriba afetou duas moradias e que obrigou à sua demolição preventiva (Pinto e Teixeira, 2014).

Como tal, importa que haja uma abordagem que tenha em consideração tal perigosidade através dum adequado ordenamento territorial e que no Programa da Orla Costeira (POC) em elaboração, o Programa da Orla Costeira Alcobaça – Cabo Espichel (POC-ACE), do qual incidiu a área de estudo para esta dissertação, essa mensagem é passada pela definição de faixas de salvaguarda, que foram definidas em função de metodologias de previsão de ocorrência de instabilidades e que nos termos da legislação em vigor, deverão ser consideradas nos instrumentos de gestão territorial de nível local, designados por planos municipais de ordenamento do território (PMOT).

Os programas da orla costeira são os sucessores dos ainda vigentes planos de ordenamento da orla costeira (POOC) e que decorrem da aplicação da Lei de Bases Gerais de Política Pública de Solos, de Ordenamento do Território e de Urbanismo (LBPSOTU) – Lei nº31/2014, de 30 de Maio, que reviu o sistema de gestão territorial nacional. Desta mudança e com relevância para o tema de estudo, é de sublinhar a passagem dos planos especiais (POOC) da anterior legislação a programas especiais (POC), sendo que a principal alteração se prende com o facto dos primeiros vincularem diretamente privados enquanto os segundos tal vínculo só se verifica quando as disposições dos programas estiverem contidas nos respetivos planos municipais de ordenamento do território (PMOT).

Estes programas surgem com o principal objetivo a minimização de riscos naturais associados às áreas urbanas e/ou urbanizáveis e a sua contenção da dispersão nas frentes litorais gerindo da melhor maneira os vários desafios e oportunidades atuais, estimulando o desenvolvimento sustentável das áreas costeiras. (Morais *et al.*, 2000).

As outras mudanças a assinalar entre os POOC e os POC, que não decorrem na LBPSOTU são:

- a oportunidade de ajustar as áreas de atuação destes instrumentos territoriais às áreas de jurisdição das Administrações de Região Hidrográfica (ARH), prevendo-se que os nove POOC, de primeira geração, passassem para cinco Programas da Orla Costeira, que coincidem com os limites das respetivas ARH (Caminha-Espinho; Ovar-Marinha Grande; Alcobaça-Espichel; Espichel-Odeceixe; Odeceixe-Vilamoura);
- as alterações às faixas de proteção terrestre de proteção que o Decreto-Lei 309/93 de 2 de Setembro estipulava ser de 500 metros, com a publicação do Decreto-Lei 159/2012 de 24 de Julho, passam a ser estendida até aos 1000 metros para permitir a proteção dos sistemas biofísicos e também o facto de passar a abranger as áreas portuárias e que estavam excluídas da área de atuação destes instrumentos de primeira geração.

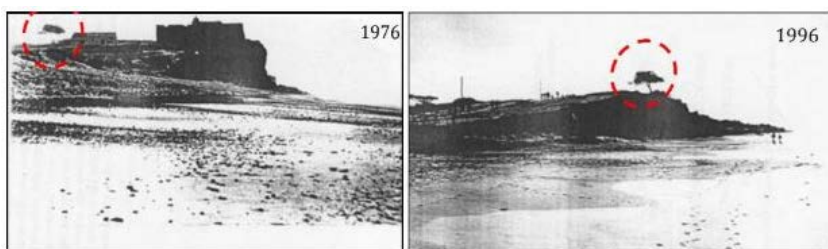
Face a esta temática a abordar e a legislação aplicável, o Grupo de Trabalho do Litoral (GTL) ao abrigo do despacho nº6574/2014, de 20 de Maio, sugere para o risco em análise que “se inclua nas zonas adjacentes (áreas ameaçadas pelas cheias ou pelo mar) as faixas de salvaguarda de risco de instabilidade de vertente, correspondentes às faixas de risco adjacentes à crista” (GTL, 2014a).

Com efeito na Lei da Água (Lei 58/2005, de 29 de Dezembro) o conceito de zona adjacente cinge-se a zonas inundáveis ou ameaçadas pelas águas, excluindo deste as zonas de instabilidade de vertentes, que embora se devam também, mas indiretamente, ao avanço das águas do mar, a verdade é que não estão incluídas no conceito de inundações ou diretamente ameaçadas pelas águas. Posto isto, os trabalhos em curso (POC) recorrem ao regime de salvaguarda prevista na LBPTSOTU (nº31/2014, de 30 de Maio) que está mais orientada para: “...a salvaguarda de valores e recursos de reconhecido interesse nacional...” do que para a prevenção do risco devido ao avanço das águas, e que, tal como recomenda o GTL, deveria ser considerado na Lei da Água através da figura da zona adjacente.

De qualquer das formas, a política pública de solos, ordenamento do território e de urbanismo (artigo 2º da LBPTSOTU) refere que, para além da necessidade de “Salvaguardar e valorizar a orla costeira...” a necessidade genérica dos instrumentos territoriais deverem “Prevenir riscos coletivos e reduzir os seus efeitos nas pessoas e bens”.

Também importa referir a Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira – ENGIZC (Resolução do Conselho de Ministros nº82/2009), que refere a necessidade de aplicação de um modelo de ordenamento e desenvolvimento da zona costeira que articule as dinâmicas socioeconómicas com as ecológicas na utilização dos recursos e na gestão de riscos.

A Figura 1.1 demonstra um caso de exemplo da vulnerabilidade costeira e o seu recuo face aos avanços do mar, que acompanhada com as palavras de Emery e Kuhn (1982), serviram como mote para o espírito a desenvolver nesta dissertação.



"In the end, of course, the sea cliffs belong to the ocean, and the ocean will eventually reclaim its property"

(Emery e Kuhn, 1982)

Figura 1.1 - Praia do Forte Novo (Loulé) (Marques, 1997).

Este trabalho é resultado de um estágio na Agência Portuguesa do Ambiente, decorrido entre os meses de Março e Setembro de 2016 num total de 750 horas. Neste tempo 20% foi dedicado à escrita da dissertação, 40% dedicado à reunião de informação sobre as características de evolução de arribas e dos edificadados contidos em faixa de risco e 40% para a sua análise e interpretação.

1.2 Objetivos e âmbito

A dissertação tem como objetivo principal contribuir para a definição de uma política de adaptação de forma a favorecer que haja uma menor exposição e, consequentemente, maior resiliência para frentes urbanas costeiras em litoral de arriba. Esta contribuição passa por uma análise do risco associado ao litoral de arribas para as frentes urbanas costeiras contidas no Programa da Orla Costeira Alcobaça – Cabo Espichel (POC-ACE), e propor medidas de adaptação (acomodação, proteção e realocização) através da análise custo-benefício para o caso particular que constitui a frente urbana costeira da "Pedra do Ouro" (Alcobaça).

Para se atingir este objetivo houve a necessidade de:

- Compilar dados relativos à dinâmica e evolução das arribas;
- Identificar e quantificar o edificado em zona de risco;
- Organizar a informação obtida com vista à obtenção de dados indicadores para a análise do risco;
- Elaborar análises de custos para um caso de estudo ("Pedra do Ouro") e propostas de estratégias de adaptação para este aglomerado.

1.3 Organização da dissertação

A presente dissertação é organizada através de seis capítulos, pela seguinte forma:

- No primeiro capítulo “Objetivos gerais e introdução” é feito um enquadramento do tema, bem como a apresentação dos objetivos fundamentais e a organização do trabalho. Ainda neste capítulo, faz-se a definição de conceitos que serão importantes reter ao longo da dissertação.
- No segundo capítulo “Litoral de Arriba” aborda-se os conceitos e faz-se a revisão da literatura associada ao litoral de arribas e ao seu risco associado. É feita uma descrição das diferentes tipologias de arribas, prossequindo pelas suas instabilidades e fenómenos de evolução e aborda-se também as questões relacionadas com o ordenamento do território e o risco associado.
- No terceiro capítulo aborda-se as características do litoral abrangido pelo POC-ACE. Nomeadamente o seu enquadramento físico e socioeconómico, como seja a sua geomorfologia e geologia, clima, características do relevo, áreas de interesse, a evolução populacional e os riscos e perigosidades possíveis.
- No quarto capítulo são apresentadas as metodologias para localizar, quantificar e avaliar o risco associado à instabilidade das arribas em frentes urbanas costeiras, para a área de estudo, bem como a proposta de uma ficha caracterizadora de frente urbana costeira quanto ao risco em análise. É apresentado também uma análise que relaciona os custos e benefícios relativos aos diversos itens que compõem as medidas de adaptação.
- No quinto capítulo, são apresentados os resultados da metodologia utilizada. Primeiro os resultados da avaliação do risco, e sua expressão em mapas e em gráficos, seguido dos resultados dos custos analisados para as diversas medidas de adaptação.
- No sexto capítulo, sintetiza-se os resultados e tecem-se as considerações finais deste trabalho, bem como recomendações para trabalhos futuros.
- Por último, no sétimo capítulo contempla as referências bibliográficas citadas na presente dissertação.

1.4 Conceitos Importantes

Este subcapítulo refere os principais conceitos que importam ao tema em discussão, e que serão abordados ao longo deste trabalho. Sendo a destacar (Figura 1.2):

- *Litoral*: Termo geral que descreve as porções de território que são influenciadas direta e indiretamente pela proximidade do mar (GTL, 2014a);
- *Zona Costeira*: Porção do território influenciada direta e indiretamente, em termos biofísicos, pelo mar (ondas, marés, ventos, biota ou salinidade) e que, sem prejuízo das adaptações aos territórios específicos, tem, para o lado de terra, a largura de 2 quilómetros medida a partir da linha da máxima praia-mar de águas vivas equacionais e se estende, para o lado do mar, até ao limite das águas territoriais, incluindo o leito (GTL, 2014a);
- *Orla Costeira*: porção do território onde o mar, coadjuvado pela ação eólica, exerce diretamente a sua ação e que se estende, a partir da margem até 500 metros, para o lado de terra e, para o lado do mar, até à batimétrica dos 30 metros (GTL, 2014a);
- *Linha de Costa*: fronteira entre a terra e o mar, assumindo-se como referencial a linha da máxima praia-mar de águas vivas equinociais (LMPAVE) (GTL, 2014a);
- *LMPMAVE*: linha da máxima praia-mar de águas vivas equacionais, definida para determinado local, dependendo do espreamento das vagas em condições médias de agitação do mar, no primeiro caso, e em condições de cheias médias (Teixeira, 2009a).

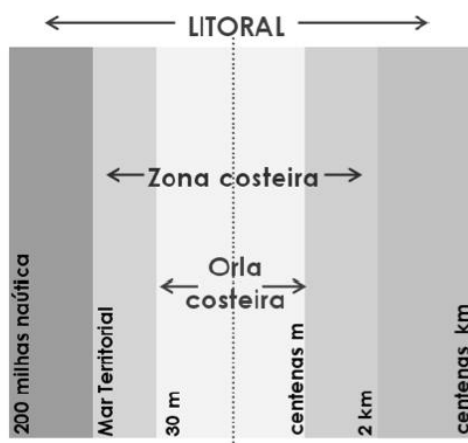


Figura 1.2 - Conceito de Litoral, Zona costeira, Orla costeira e os seus limites (citado em GTL (2014a) adoptado pela ENGIZC, na Resolução do Conselho de Ministros nº82/2009, de 20 de Agosto de 2009).

2 Enquadramento Conceptual – Arriba

2.1 Litoral de Arriba

O litoral, divide-se em três grandes tipos em termos morfológicos: o litoral de arriba, o litoral de duna e os ambientes confinados submetidos permanentemente ou temporariamente à influência da maré, tais como as lagunas e estuários permanentes, os estuários temporários e as lagoas costeiras (Teixeira, 2009a).

O litoral de arriba, abordado e analisado nesta dissertação, ocupa cerca de 80% das costas do globo e em Portugal ocupa aproximadamente 36% da faixa costeira, de diverso conteúdo geológico e geomorfológico (Emery e Kuhn, 1982; Andrade *et al.*, 2006). A arriba como geoforma em erosão, a sua perigosidade associada a uma derrocada é inerente, pondo em causa pessoas e bens e sendo por isso fundamental na gestão do litoral (Teixeira, 2009b).

2.1.1 Origem

Designa-se por arriba (“sea cliff” ou “coastal cliff”) (Figura 2.1) a uma forma particular de vertente costeira de declive elevado ou abrupto, em regra talhada em materiais coerentes pela ação conjunta dos agentes morfogénicos marinhos, continentais e biológicos, podendo ser alcantilada se exceder os 50% e não alcantilada se a sua inclinação não exceder esse valor (Despacho nº 12/2010, do presidente do INAG).

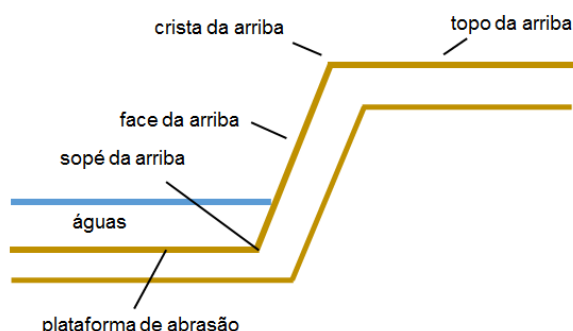


Figura 2.1 - Elementos geomorfológicos das arribas alcantiladas (adaptado de Teixeira, S. 2009a).

Estas, originárias do Pré-Câmbrio (há mais de 560 milhões de anos) até ao Holocénico, embora a grande maioria das arribas tenha sido moldada mais recentemente, durante o Plistocénico e Holocénico, nos últimos 6000 anos, onde o nível médio do mar situou-se e situa-se perto do nível dos dias de hoje (Bird, 2008). A sua origem geralmente provém do levantamento das margens devido à existência de uma falha, outras seguem linhas de falhas, mas são resultado de erosão diferencial, onde as falhas juntaram formações rochosas mais fracas com mais resistentes (Bird, 2008). Também a sua origem provém de diáclases presentes nos afloramentos, provocadas por fenómenos de torção, tensão ou compressão, quando ocorrem os movimentos da crosta terrestre.

2.1.2 Evolução

A evolução das arribas é processada através de uma sequência descontínua de movimentos de massa e é fortemente condicionada pelas características geológicas dos materiais em que é talhada e que determinam o tipo de perfil das vertentes (Teixeira, 2009a). É também complexa de analisar, não só devido à natureza dos processos erosivos que inibem a sua medição direta, como também a sua descontinuidade espaço temporal que a caracteriza, dificultando assim a aquisição de séries contínuas de observações representativas e rigorosas (Marques e Andrade, 2009). É essencialmente controlada, segundo Lee (2008) por os seguintes processos que atuam na face exposta da arriba: o clima incidente, a textura e estrutura dos materiais constituintes, a tensão induzida por ação da gravidade e através energia cinética das ondas aplicada sobre a base da arriba.

O clima é um fator muito importante na desintegração e evolução das arribas, resultado de processos físicos, químicos e biológicos relativos à proximidade do mar e condições subaéreas. As formações rochosas são decompostas ou desintegradas através de processos repetitivos de secagem e molhagem, dissolução das águas de chuva, expansão e contração térmica, alterações de gelo e degelo, todas relacionadas com a precipitação, temperatura e regimes de evaporação nos ambientes costeiros (Bird, 2008). Os detritos de rocha caem para o sopé da arriba, que são consumidos ou removidos pela ação do mar se a recessão da arriba for contínua; ou se comportarem como proteções do sopé, sendo apenas degradada por processos subaéreos (Bird, 2008). A Figura 2.2 resume os principais processos naturais que permitem a evolução da arriba.



Figura 2.2 - Principais factores que promovem a evolução das arribas (Praia da Calada, 19/08/2016).

É perante condições mais extremas, como tempestades, que o sopé da arriba é atingido pelo impacto das ondas produzindo um efeito abrasivo da ação da água que penetra os fragmentos de rocha, sendo geralmente assim que ocorre o recuo das arribas (Bird, 2008). Para além dos referidos anteriormente, o risco das instabilidades pode ser amplificado por fenómenos mais rápidos como através de sismos e por inundações dos conhecidos *tsunamis* (Ribeiro, 2010).

O processo evolutivo das arribas, que se traduz assim no recuo das mesmas, é o resultado entre o balanço entre a erosão marinha no sopé com os processos subaéreos no sector cimeiro (Viles e Spencer, 1995; Sunamura, 1992) (Figura 2.3).

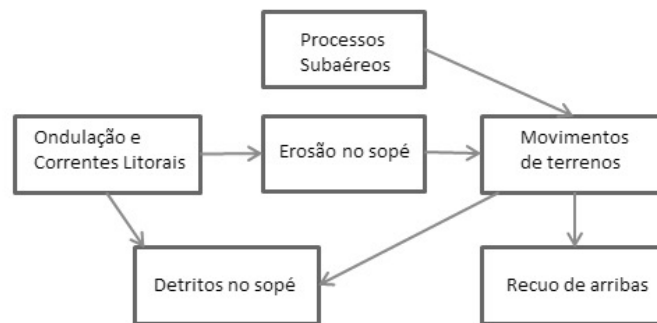


Figura 2.3 - Processo do recuo de arribas (adaptado de Sunamura, 1992)

De acordo com os diferentes processos evolutivos das arribas, estas dividem-se em dois tipos (Pinto e Teixeira, 2014) demonstrados na Figura 2.4:

- As arribas rochosas, talhadas em materiais resistentes, de evolução mais lenta, de recuo contínuo e irregular no espaço e no tempo.
- As arribas brandas, talhadas em formações sedimentares e com uma componente arenosa muito significativa em que a evolução é mais rápida e o recuo se processa de modo linear e paralelo.



Figura 2.4 - À esquerda uma arriba rochosa, em Pontal Gordo (Vila do Bispo), talhada em dolomitos do Jurássico; à direita uma arriba branda, na Praia da Falésia (Albufeira), talhada em arenitos (Teixeira, 2009a).

No litoral Português, as arribas de evolução lenta (competentes) ocorrem em especial no litoral Centro, mais especificamente no cabo Mondego, na praia de São Pedro de Moel e em Peniche. O litoral de Lisboa e Vale do Tejo são dominados, a Norte, por arribas altas, embora apresente também arribas baixas, nomeadamente no Cabo Raso e em Óbidos. No troço Sul, destaca-se a arriba que se desenvolve desde a Fonte da Telha até à lagoa de Albufeira, que continua em direção ao Cabo Espichel e se consolida numa arriba rochosa e abrupta que se prolonga até à Arrábida. O litoral alentejano apresenta arribas alcantiladas no troço compreendido entre Sines e Odeceixe e arribas areníticas a Norte de Sines, em especial na zona intermédia do arco litoral Sado-Sines e nas proximidades do maciço rochoso de Sines. No barlavento algarvio e no sector litoral abrangido pelo Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina as arribas assumem grande expressão (Pinto e Teixeira, 2014).

As arribas de evolução rápida (brandas) têm maior expressão a Sul do Tejo, mais especificamente a Sul da Lagoa da Albufeira-Praia do Meco-Praia das Bicas (3km), entre o Carvalhal-Lagoa de Santo André (8km) e de Olhos de Água-Garrão (7km). Particularmente no sector do Algarve, a erosão destes troços constitui fonte sedimentar significativa para a manutenção da dinâmica sedimentar atual (Pinto e Teixeira, 2014).

Também comum no litoral Português, as arribas que se encontram com o sopé permanentemente submerso denominam-se como “arribas mergulhantes” (Sunamura, 1992). A Figura 2.5 demonstra alguns casos de arribas da costa Portuguesa, segundo os processos de evolução.



Figura 2.5 - a) margas calcárias da Pedra do Ouro; b) a Norte da Foz do Arelho, arribas de arenitos argilosos; c) arribas calcárias (Cabo Carvoeiro em Peniche); d) Granitos, Cabo Raso (SIARL, 2014).

De acordo com a resistência e capacidade de evolução apresentadas anteriormente, para o litoral Português são encontradas maioritariamente as seguintes litologias (rochas sedimentares/rochas ígneas) (Oliveira, 2009):

- Rochas brandas: margas e argilas;
- Rochas com resistência média: arenitos e conglomerados;
- Rochas resistentes: calcários, calcários margosos, granitos, sienitos e doleritos, dolomitos, xistos e grauvaques.

2.1.3 Morfologia

Os diferentes processos de evolução e as diferentes litologias originam assim diferentes morfologias e consequentes tipos de arribas. Relativamente aos estágios de evolução, as arribas classificam-se segundo três fases/tipos (Figura 2.6):

- Arriba ativa: ou arriba viva é a arriba marinha em que as ondas continuam ativamente o processo de modelação;
- Arriba inativa: ou arriba morta é a arriba marinha que foi subtraída à ação do mar, devido à variação do nível médio do mar ou a acumulação de sedimentos (que formaram o talude);
- Arriba fóssil: arriba antiga em que os processos morfogénicos deixaram de ser os marinhos, passando a ser os subaéreos, originando um perfil de espectro sigmóidal, adoçado no topo (devido aos processos continentais) e na base (devido à acumulação dos materiais da erosão do perfil que deixaram de ser transportados pelo mar).

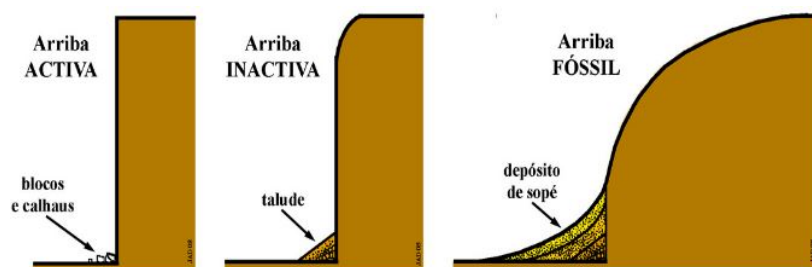


Figura 2.6 - Representação dos três estágios de evolução (citado em Dias, 2007, modificado de Emery e Khun, 1982).

O perfil das arribas ativas tende a mudar consoante a intensidade dos processos de evolução. Quando os processos marinhos são superiores aos subaéreos o perfil da arriba tende a ser mais vertical e de ângulo de base e na crista mais retos. Quando os processos subaéreos são mais relevantes o perfil da arriba tende a ser mais curvo e suave, de ângulos de base e crista mais obtusos, como demonstra a Figura 2.7.

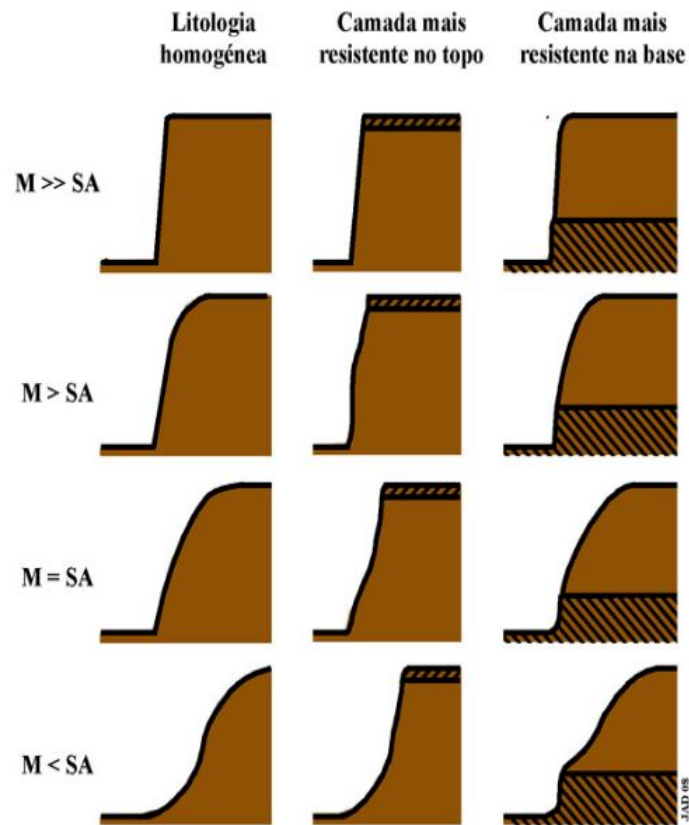


Figura 2.7 - Perfis das arribas ativas; M: processos marinhos; SA: processos subaéreos (citado em Dias, 2007, modificado de Emery e Khun, 1982).

A diversidade morfológica em arribas (Figura 2.8) é classificada segundo as suas condicionantes geomorfológicas, podendo ser alcantiladas, não alcantiladas ou podem ter morfologias singulares, tais como os algares, cones de dejeção ou as fajãs (Teixeira, 2009a). De acordo a sua litologia, as arribas podem dividir-se também por litologia homogéneas e heterogéneas.

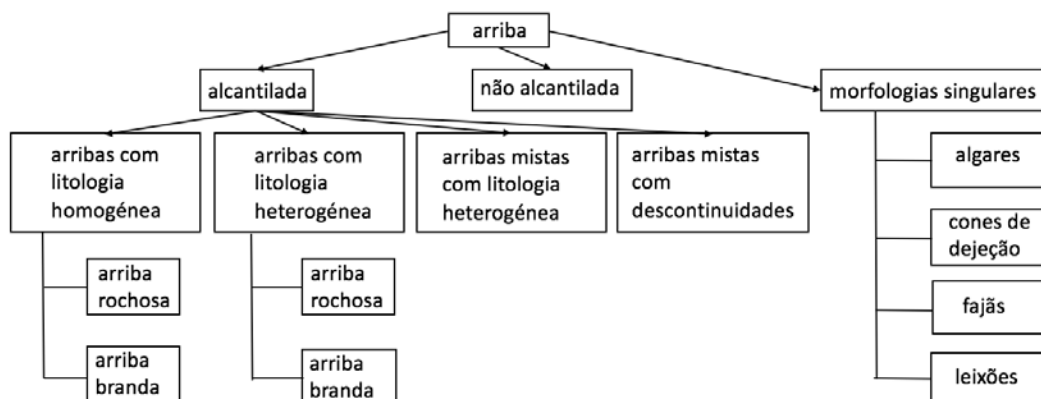


Figura 2.8 - Tipos de Arribas (adaptado de Teixeira, 2009a).

Arribas Alcantiladas

As arribas alcantiladas (Figura 2.9) são as que apresentam um acentuado declive (superiores a 50%), e dividem-se em homogéneas e heterogéneas, de acordo com a sua homogeneidade litológica. As arribas alcantiladas de litologia homogénea apresentam um perfil homogéneo condicionado pelo seu tipo de material na vertente, podendo ser rochoso ou brando. Rochas como os calcários, dolomitos, margas ou calcarenitos apresentam declives superiores a 60 graus. Material brando como arenitos, argilitos e areias tendem a apresentar declives mais suaves, entre os 40 e 70 graus, devido à fraca coesão entre o material. Observa-se também o caso de arribas de rochas estratificadas em que o efeito de erosão faz com que as camadas mais resistentes fiquem mais salientes que as camadas mais brandas. Nas arribas alcantiladas de litologia heterogénea, constituídas por diferentes camadas de rochas, estas dividem-se segundo um perfil plano, contínuo ou descontínuo, e quebrado (Teixeira, 2009a).



Figura 2.9 - À esquerda a arriba alcantilada mista de heterogeneidade litológica (areias e calcarenitos) da Praia de Santa Eulália (Albufeira) e a arriba do lado direito, alcantilada de litologia homogénea (calcarenitos) da Praia do Carvoeiro (Lagoa) (Teixeira, 2009a).

O traçado da linha limite da margem das águas do mar para as arribas alcantiladas obedece ao disposto no nº 6 do artº 11º da Lei nº 54/2005, ao qual refere: “A largura da margem conta-se a partir da linha limite do leito. Se, porém, esta linha atingir arribas alcantiladas, a largura da margem é contada a partir da crista do alcantil” (critério de Amaral e Fernandes utilizado pela Comissão do Domínio Público Marítimo).

Arribas Não Alcantiladas

Neste tipo de morfologia (Figura 2.10), sem alcantil e sem crista da arriba incluem-se as morfologias afins das vertentes continentais sem escarpados ou ruturas de declive. Surgem normalmente associadas aos limites laterais das praias acumuladas nas zonas vestibulares das linhas de água, nas vertentes dos vales (Teixeira, 2009a). Neste tipo de vertentes a margem é contada a partir da LMPMAVE. Também nos casos em que a arriba é rampeada ou mergulhante a marcação da margem é feita segundo os 50 metros contados da LMPMAVE (Teixeira, 2009a).



Figura 2.10 - Traçado da LMPMAVE e da crista da arriba na praia do Barranco (Vila do Bispo) (foto de Novembro de 2006, Teixeira, S. 2009a).

A Figura 2.11, elaborada por Teixeira (2009a), demonstra as diferentes morfologias para arribas alcantiladas e não alcantiladas, consoante a homogeneidade litológica e tipo de arriba, bem como os critérios de demarcação da crista da arriba.

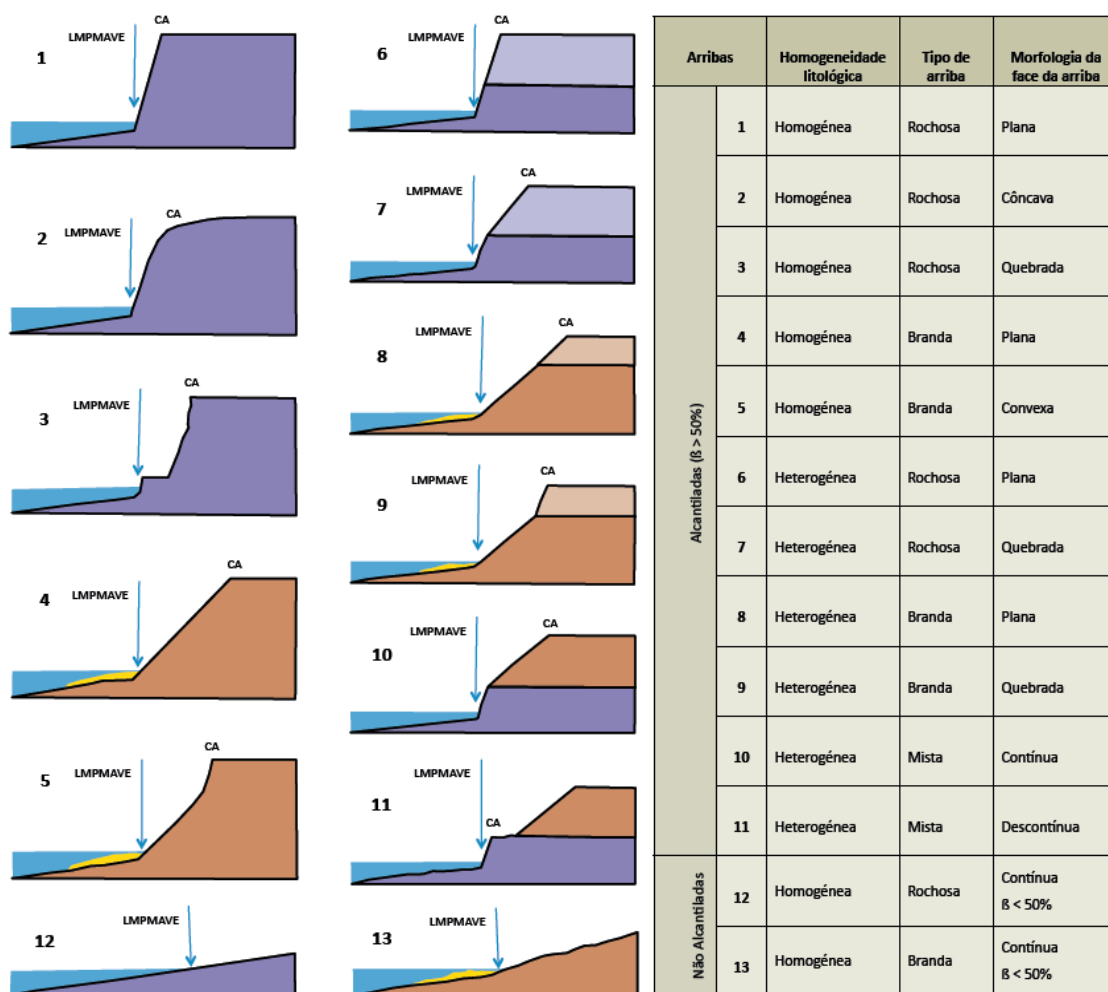


Figura 2.11 - Critérios de demarcação da LMPMAVE, β (inclinação) e CA (crista da arriba) em arribas alcantiladas e não alcantiladas, de litologias rochosa (cor roxa) e branda (tons acastanhados) (citado em Ribeiro, 2010, adaptado de Teixeira, 2009a).

Morfologias Singulares

No que toca à diversidade morfológica das arribas do litoral, destacam-se os seguintes casos singulares:

- **Algares:** comum dos litorais carbonatados, a carsificação imprime morfologia própria que requer apreciação especial. Correspondem a cavidades cársicas, de desenvolvimento vertical e secção circular, formados por dissolução (Figura 2.12) (Teixeira, 2009a).



Figura 2.12 – Pequenos algares no Cabo Espichel (SIARL, 2014).

- **Cones de detritos de movimentos de massa ou de dejeção:** os movimentos de massa das frentes costeiras em erosão originam a acumulação de detritos no sopé das arribas, a prazo remobilizados pela ação marítima. Nas arribas brandas os cones de dejeção (Figura 2.13) são mais facilmente removidos que nas arribas rochosas, onde podem permanecer por intervalos temporais superiores ao século. Em arribas rochosas, os cones de detritos acumulados, contendo elementos de todas as granulometrias, tendem a formar um depósito compacto acumulado na base e na face da arriba que impede a ação direta do mar na base da arriba. Ao longo do tempo, devido a ação direta das ondas, os elementos finos são remobilizados, permanecendo no sopé os elementos maiores, denominados por blocos, que servem como proteção da base da arriba. Nas arribas arenosas, os cones de dejeção são constituídos por sedimentos areno-argilosos que podem permanecer por mais de um ano no sopé da vertente (Teixeira, 2009a).



Figura 2.13 - Cone de dejeção, em Vale Furado (Alcobaça) (SIARL, 2014).

- **Fajãs:** grandes movimentos de massa geram cones de dejeção de grandes dimensões acumulados na base das arribas (Figura 2.14), sendo elementos geomorfológicos comuns, particularmente característicos das regiões autónomas dos Açores e da Madeira, localmente designados por fajãs (Teixeira, 2009a).

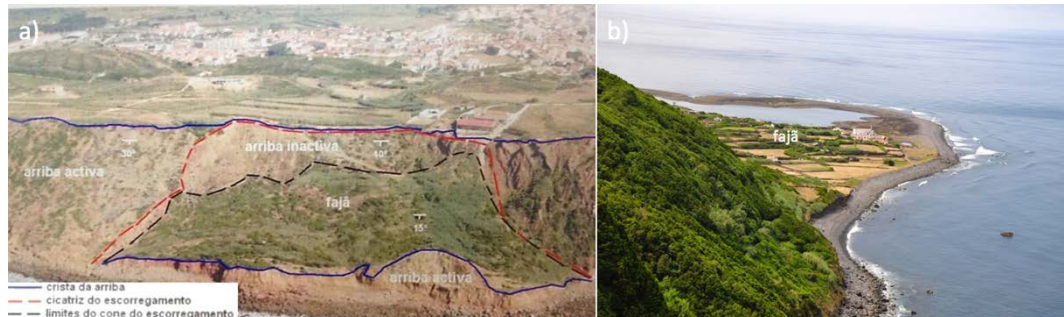


Figura 2.14 - a) Fajã do sítio do Facho, em Alcobaça (Teixeira, 2009a); b) Fajã dos Cubres na ilha de S.Jorge, Açores (20/06/2014).

- **Leixões:** ou “pináculos” são pequenas “ilhotas residuais” que se formaram a partir do colapso de um arco natural formado, ou através de um corte ao longo de uma zona de fraqueza através do promontório (Figura 2.15). Estes continuam a sofrer erosão ao longo do tempo diminuindo o seu tamanho, podendo colapsar (Bird, 2008).

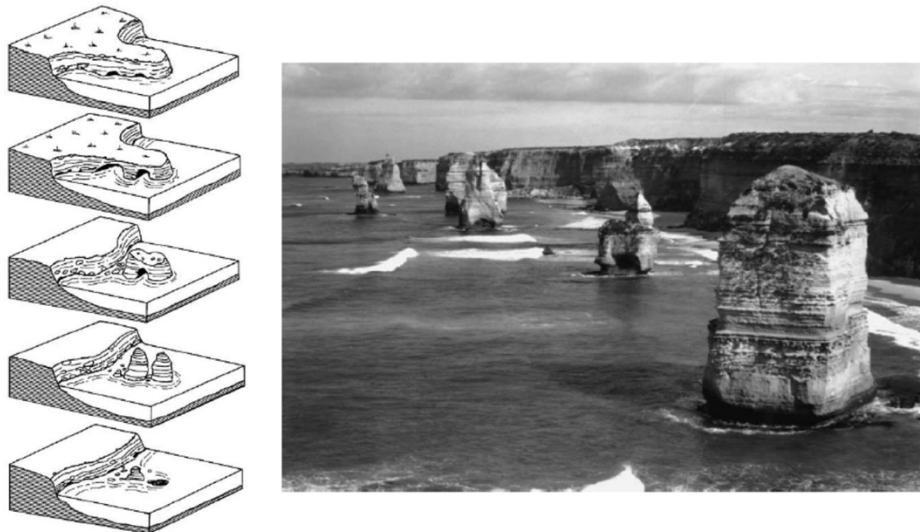


Figura 2.15 - Leixões “Os doze apóstolos” (Victoria, Australia) (citado por Bird, 2008).

2.1.4 Instabilidades e Movimentos de Massa

As instabilizações que resultam em movimentos de massa, constituem o maior risco para as pessoas e bens envolventes, quer estes se encontrem na base da arriba (utentes de praias/uso balnear e infraestruturas de apoio de praia) quer no topo (edificações). Como já referido anteriormente, as principais causas das instabilizações são devido a fatores climáticos como precipitações intensas ou prolongadas, por sismos e *tsunamis*, tempestades ou por ações antrópicas, como usos ou atividades em zonas críticas da arriba.

Segundo Glade e Crozier (2005) existem três grupos de fatores das instabilidades:

- os de **predisposição**: estáticos e inerentes ao território, condicionam o grau de instabilidade potencial da vertente e determinam a variação espacial do grau de suscetibilidade do território à instabilidade (Glade e Crozier, 2005; Zêzere, 2005).
- os **preparativos**: são dinâmicos e fomentam o decréscimo da margem de estabilidade sem iniciar o movimento (Glade e Crozier, 2005; Zêzere, 2005).
- os **desencadeantes**: representam a causa imediata da instabilidade e determinam o ritmo temporal dos movimentos (Glade e Crozier, 2005; Zêzere, 2005).

Popescu (1994) esquematizou estes fatores com base nas características do terreno, que funcionam como fatores de predisposição, enquanto os processos geomorfológicos, os processos físicos e os processos antrópicos funcionam como mecanismos preparatórios ou desencadeantes das instabilidades, dependendo da sua intensidade e duração, e da estabilidade prévia da arriba (Figura 2.16).

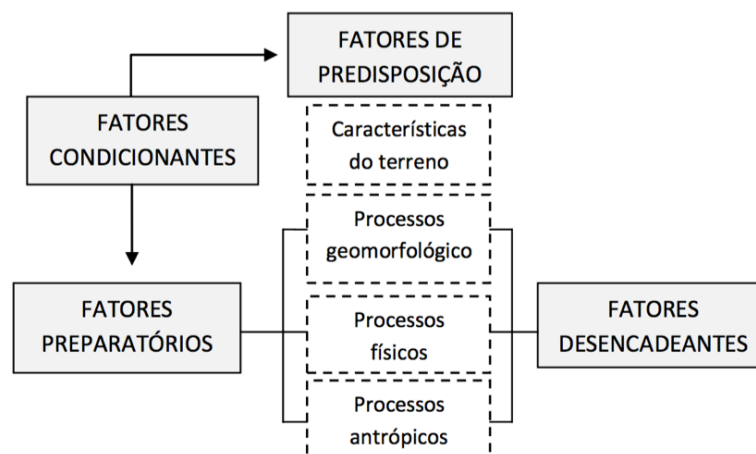


Figura 2.16 - Fatores dos movimentos de massa (citado em Zêzere, 2005, adaptado de Popescu, 1994).

Os parâmetros dimensionais das arribas são demonstrados na seguinte Figura 2.17.

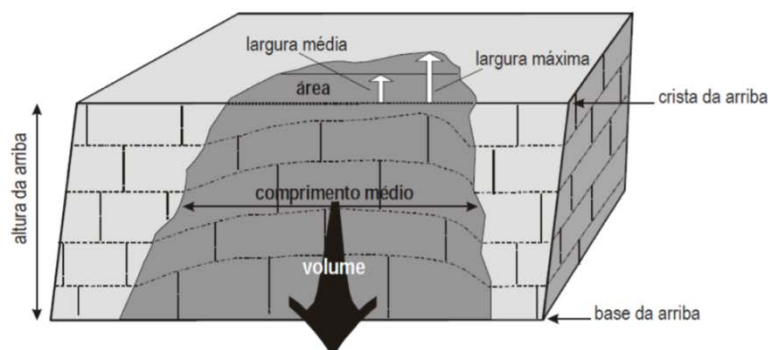


Figura 2.17 - Parâmetros dimensionais (citado em Teixeira, 2009b).

Os movimentos de descida de uma massa de rocha ou solo coerente numa arribo, progridem segundo o centro de gravidade do material afetado para jusante e para o exterior da arribo. Incluem desabamentos (quedas), balançamentos (tombamentos), deslizamentos (escorregamentos) planos/translationais ou rotacionais e fluxos de detritos (Figura 2.18) (Sunamura, 1992; Ribeiro, 2010).

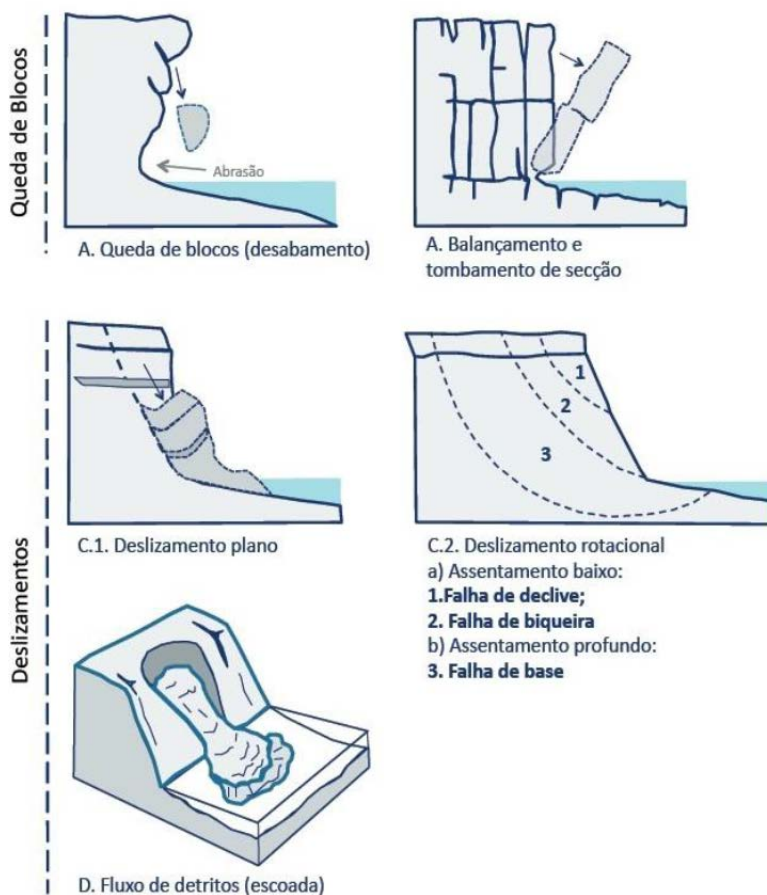


Figura 2.18 - Os quatro tipos primários de movimentos (citado em Ribeiro, 2010, adaptado de Sunamura, 1992).

O material movimentado acumula-se depois no sopé da arriba. Sobretudo nas arribas de evolução lenta, o material acumula-se no sopé das arribas “vivas” formando o que se chama de “plataforma de abrasão”, com pouca inclinação e que fica descoberta na baixa-mar, mas submergida em praia-mar (Ribeiro, 2010).

Relativamente ao potencial destrutivo de cada movimento, este irá depender da sua velocidade e magnitude, verificando este facto através de movimentos que já provocaram vítimas (praia de Maria Luísa em 2009). A perda de resistência do material pode ocorrer instantaneamente, através de perda abrupta de coesão, por liquefação de materiais arenosos ou através da cedência do terreno por estratos argilosos (Penacho, 2013). A resposta humana face a estes eventos destrutivos, passa pela tentativa de evitar os mesmos e desenvolver respostas eficazes face ao risco que representa para o homem e bens. A seguinte tabela (Tabela 2.1), relaciona a velocidade dos movimentos de massa com o tipo de resposta humana.

Tabela 2.1 - Escalas de velocidade e resposta humana para os movimentos de massa (citado por Penacho, 2013; Murtinha, 2014; adaptado de Cruden e Varnes, 1996).

Movimento	Velocidade (mm/s)	Velocidade típica	Capacidade Destrutiva Provável	Resposta humana
Extremamente rápido	5×10^3	5 m/s	Catástrofe provável, fuga improvável	Nenhuma
Muito rápido	5×10^1	3 m/min	Algumas mortes e velocidade demasiado elevada para permitir a fuga de todas as pessoas	Nenhuma
Rápido	5×10^{-1}	1,8 m/h	Estruturas e bens destruídos e evacuação possível	Evacuação
Moderado	5×10^{-3}	13 m/mês	Algumas estruturas podem ser mantidas temporariamente	Evacuação
Lento	5×10^{-5}	1,6 m/ano	É possível a construção de remediação durante o movimento; algumas estruturas podem ser mantidas com manutenção frequente	Intervencionável
Muito lento	5×10^{-7}	16 mm/ano	Algumas estruturas permanentes não sofrem danos	Intervencionável
Extremamente lento			Impercetível sem equipamento, construção possível com precaução	Nenhuma

2.1.4.1 Queda de Blocos

A queda de blocos, desabamento, derrocada ou desmoronamento (quando ocorre o movimento de mais do que um bloco) (Figura 2.19) define-se como a deslocação de solo ou rocha a partir de um movimento abrupto, ao longo de uma superfície onde os movimentos tangenciais são nulos ou reduzidos (WP/WLI, 1993). Segundo Sunamura (1992) a queda de blocos corresponde a um movimento de massa que viaja através do ar como um corpo em queda livre.

Recentemente na Praia Maria Luísa (Albufeira), no dia 7 de Agosto de 2016, pelas 12h00, ocorreu um desabamento, que embora não tenha gerado vítimas, demonstra que este tipo de movimento, recorrente nesta praia, denota ser um fenómeno difícil de prever o que constitui um risco acrescido para os frequentadores da praia.



Figura 2.19 - Queda de blocos na praia Maria Luísa (Farinha, F. 2016).

O movimento deste tipo de instabilidade é geralmente de muito rápido a extremamente rápido representando um risco muito elevado, devido à sua imprevisibilidade e velocidade da sua ocorrência.

2.1.4.2 Tombamentos

O tombamento ou balançamento (Figura 2.20) corresponde a um movimento e queda-livre com a rotação de um bloco em torno de um eixo fixo durante o movimento (Sunamura, 1992). Também se pode definir como a rotação de uma massa de solo ou rocha, a partir de um ponto ou eixo situado abaixo do centro de gravidade da massa afetada (WP/WLI, 1993).

Segundo Varnes (1978), refere que este tipo de movimento pode ou não culminar em queda ou deslizamento dependendo das propriedades geométricas da arriba e que são movimentos que

vão dos extremamente lentos a extremamente rápidos, e que geralmente aceleram ao longo do deslocamento.

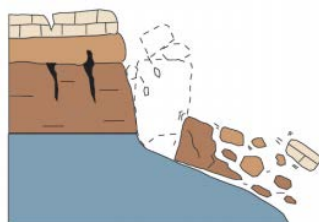


Figura 2.20 - Tombamento ou balançamento (Highland e Bobrowsky, 2008).

2.1.4.3 Deslizamentos

O deslizamento é o cisalhamento sobre uma superfície de deslizamento distinto, e a massa de deslizamento apresenta um movimento em bloco (Sunamura, 1992). Também se define como o movimento de solo ou rocha que ocorrem predominantemente ao longo de planos de rutura ou de zonas relativamente estreitas, alvo de intensa deformação tangencial (WP/WLI, 1993). Dependendo do seu plano de rutura, o deslizamento pode ser planar (ou translacional), caracterizado por uma superfície de deslizamento quase linear, ou rotacional, caso em que o plano é mais curvo ou côncavo (Figura 2.21).

O **deslizamento rotacional**, é quando o material deformado se movimenta ao longo de uma superfície de rutura curva ou côncava e que está associada à influência da presença de falhas, juntas e outras descontinuidades no material. A escarpa produzida assemelha-se à forma de uma colher, costuma ser fortemente verticalizada, e quando o movimento original é deixado muito longe, esta pode ser deixada sem suporte podendo originar um novo movimento. (Varnes, 1978; Vasconcelos, 2011).

O **deslizamento planar**, (Figura 2.22) é aquele cujo material instável movimenta-se segundo uma superfície plana ou suavemente ondulada, possuindo muito pouca rotação ou inclinação para trás. Tal como o rotacional, este movimento está associado a superfícies de fraqueza no material como falhas e diáclases, juntas ou outras descontinuidades no material (variações na resistência ao corte entre as camadas em causa (Varnes, 1978; Vasconcelos, 2011)

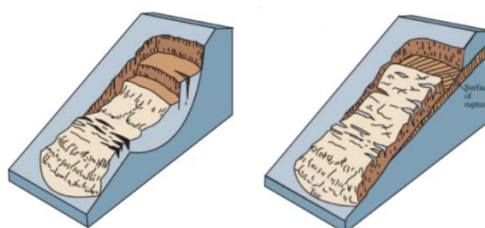


Figura 2.21 - Deslizamento rotacional de detritos à esquerda e deslizamento planar à direita (Highland e Bobrowsky, 2008).



Figura 2.22 - Deslizamento Planar (Praia da Consolação) (APA, 2015).

2.1.4.4 Escoadas

Escoadas, fluxo ou “flows”, são caracterizadas por um movimento de velocidade crescente em direção à parte superior de um corpo em movimento. Estas ocorrem em costas constituídas por materiais argilosos pouco resistentes, originando “*mudflows*” ou fluxos de lama, que contribuem significativamente para o recuo de arribas compostas por argilas e margas (Sunamura, 1992). Ocorre também o fluxo de detritos (Figura 2.23) se os materiais envolvidos forem finos (areias, siltes e argilas) e grosseiros (seixos, blocos e calhaus), tipicamente desencadeados por uma invulgar presença de água, que faz deslocar o material por impulsos relativos à força gravítica e pelo colapso repentino os materiais de suporte (Corominas, 1996; Zêzere, 2005; Epifânio, 2013).

São movimentos que geralmente se associam em materiais não consolidados, espacialmente contínuos, cuja superfície de dimensão é curta, que geralmente formam um canal de escoamento mais estreito e que terminam a jusante por leques de acumulação. No seu movimento, a velocidade e distribuição assemelha-se a um líquido viscoso, e podem ser fluxos de elevada se o material do movimento perde a coesão, ganha água ou encontra declives muito acentuados (Varnes, 1978; Vasconcelos, 2011).

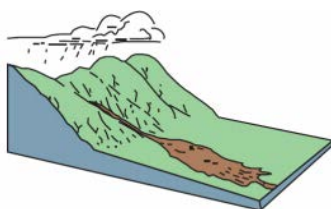


Figura 2.23 - Fluxo de detritos (Highland e Bobrowsky, 2008)

2.1.5 Taxas de Recuo

O recuo da arriba ocorre na sequência de movimentos de massa, tais como os revistos anteriormente (em 2.1.4). O recuo depende de fatores também já referidos como: a resistência e estrutura das formações, da energia das ondas incidentes e a sua frequência, da variação das marés, da existência e da plataforma de abrasão ou de outra plataforma que sirva de proteção na base da arriba. A recessão ocorre geralmente em episódios esporádicos, em especial em momentos de grande intensidade de ação das ondas, mas depende sobretudo da resistência das formações, podendo esta ser instantânea ou da ordem do século (Bird, E. 2008).

Este recuo tende a acelerar em costas onde o efeito das ondas seja mais significativo, mas também consoante a resistência dos materiais que compõem a arriba e a disponibilidade de sedimentos no sopé da arriba cuja ausência amplia o efeito de abrasão do mar (Bird, 2008). A uma outra escala temporal, importa ainda considerar a subsidência (costa descer por razões de tectónica local ou global, ou subir no caso das “costas emergentes”) e a que possa envolver subidas do nível do mar devido à variabilidade climática. A erosão nestes casos, tende a diminuir em arribas de zonas costeiras emergentes, onde o nível médio do mar desceu, devido aos avanços do terreno, à deposição de materiais e processos tectónicos ou antrópicos (Bird, 2008).

As medições do recuo das arribas geralmente são efetuadas na crista, mas é possível realizar também sobre a base ou ainda sobre o perfil da arriba. Estas, podem ser feitas através de levantamentos diretos dos perfis das arribas, ou através de comparação de fotografias aéreas e ortofotomapas, levantamentos aerofotogramétricos ou com recursos a LIDAR (*Light Detection and Ranging*) ou radiometria e cuja análise em ambiente SIG é possível através de múltiplas ferramentas, existindo métodos de comparação mais ou menos automáticos como sejam o *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) (Thieler *et al.*, 2005) para o ArcGIS, através de uma forma automática de comparação de linhas de costa (Epifânio, 2013). A taxa normalmente vem expressa em metros por ano, embora o recuo em litoral de arriba real é assimétrico e de ordem episódica localizada e onde nem sempre são homogéneos os movimentos de massa, sendo por isso difícil a sua previsão a curto e mesmo médio prazo e como forma de evitar ou minimizar o efeito das ocorrências de instabilidades.

Pode ser calculada linearmente, regionalmente ou pelo seu volume de perda. A seguinte tabela (Tabela 2.2) elaborada por Sunamura (1992), foi fundamentada através de um inventário de recuos em formações de vários pontos do globo com base de dados de vários pesquisadores/autores desde 1960 até 1991. Os métodos utilizados para o registo foram principalmente diretos, no terreno, através da técnica (MEM “micro-erosion meter”), desenvolvida por High e Hanna (1970) e modificada mais tarde por Robinson (1976) (citado por Sunamura, 1992), através de fotografias aéreas, mapas ou no terreno.

Tabela 2.2 – Tabela de Taxas de recuo médias em arribas (citada por Bird, 2008, adaptado de Sunamura, 1992).

Taxas de recuo médias em arribas	
Granitos	1 mm/ano
Calcários	1 mm–1 cm/ano
Xistos	1 cm /ano
Carbonatos e rochas sedimentares terciárias ¹	10 cm –1 m/ano
Depósitos glaciares	1–10 m/ano
Cinzas vulcânicas	10 m/ano

¹rochas carbonatadas miocénicas e depósitos detríticos
pliocénicos

2.2 Risco em Litoral de Arriba

A principal temática e causa desta dissertação é relativo à perigosidade das instabilidades de arribas em zonas urbanizadas. Num passado recente, muito devido ao cenário de alterações climáticas, assistiu-se a fenómenos associados às instabilidades e recuos das arribas, e que, por erros no ordenamento e usos do solo, hoje em dia é um risco cada vez mais presente. Infelizmente casos, como o representado pela Figura 2.24, ajudam à perceção das catástrofes reais que podem ocorrer e que poderão facilmente ser evitadas se os processos de ordenamento do território tivessem em conta a previsão do risco relativo à instabilidade de arribas.



Figura 2.24 - Recuo em arribas em Pacifica, California (KENT, 2016)

2.2.1 Risco

Existe uma variedade de definições e metodologias para a avaliação do risco. O conceito de risco, segundo Varnes (1984), exprime a possibilidade de ocorrência e a respetiva quantificação em termos de custos, de consequências gravosas, económicas ou mesmo para a segurança das pessoas, em resultado do desencadeamento de um fenómeno natural ou induzido pela atividade antrópica.

Vários autores elaboraram e adaptaram os conceitos e metodologia da avaliação do risco, mas a proposta de Varnes (1984) é ainda a mais recorrente e divulgada na comunidade científica. Baseia-se na integração de três parâmetros:

$$\text{Risco (R)} = \text{Perigosidade (P)} \times \text{Vulnerabilidade (V)} \times \text{Exposição de Elementos (E)}$$

[1]

- **Perigosidade (P)**

A perigosidade é a probabilidade de ocorrência de um evento ou processo destrutivo, com determinada magnitude, num determinado intervalo de tempo e inserido numa determinada área (Varnes, 1984).

Em movimentos de terrenos associados às instabilidades de arribas, este termo é avaliado segundo a capacidade de antecipar o comportamento dos referidos movimentos que poderão vir a ocorrer. É aqui utilizado o conceito de “Uniformitarismo”, significando, a necessidade de conhecer as condições que determinam a instabilidade do passado do presente, partindo-se do pressuposto que para as mesmas condições, no futuro, a probabilidade de ocorrer novos movimentos é elevada (Varnes, 1984; Guzzeti, 2005; Meneses, 2011; Brissos, 2013).

Muitas vezes se confunde a perigosidade com o termo de “suscetibilidade”. A suscetibilidade deve-se entender como a probabilidade de ocorrência de um movimento em função das condições do terreno, isto é, os fatores de predisposição (declive, altura, litologia, usos do solo), correlacionado com a distribuição de movimentos de vertente observados no terreno (Guzzeti, 2005). Diferenciando-se assim da perigosidade por não incluir o fator temporal de recorrência do evento.

- **Vulnerabilidade (V)**

A vulnerabilidade corresponde ao grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos expostos em consequência da ocorrência do processo em consideração, neste caso nos movimentos de massa em arribas (Varnes, 1984; Julião *et al.*, 2009).

Este expressa-se normalmente numa escala compreendida entre 0 (sem perda) e 1 (perda total), integrando-se na avaliação a perda de bens ou de vidas e supõe uma definição de uma função ou matriz para o cálculo deste grau, adequada para determinado perigo (Julião *et al.*, 2009; Meneses, 2011).

- **Exposição (E)**

A exposição refere-se aos elementos expostos, isto é, potencialmente afetáveis a um processo perigoso natural num determinado território (Julião *et al.*, 2009). São por exemplo a população, edifícios, infraestruturas e atividades económicas que no caso do risco em causa se encontram junto ao sopé ou à crista da arriba, em zona de risco.

- **Risco (R)**

O risco, obtido na equação [1] é entendido como a probabilidade de ocorrência de um processo ou evento perigoso, e a respetiva estimativa das consequências sobre as pessoas, bens ou recursos (Varnes, 1984; Julião *et al.*, 2009).

A localização do risco (Figura 2.25) resulta do cruzamento entre a probabilidade espacial de ocorrer o determinado evento perigoso, definindo-se por suscetibilidade, com os elementos em risco presentes (Zêzere, 2005; Julião *et al.*, 2009; Meneses, 2011).

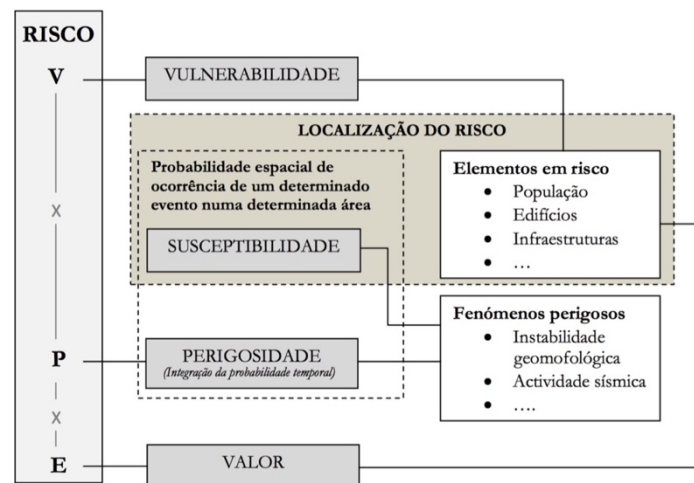


Figura 2.25 - Modelo conceitual do Risco, citado por Meneses (2011), adaptado de Zêzere (2005).

A abordagem ao risco, de acordo Bell e Glade (2004) (Figura 2.26), engloba a análise, avaliação e gestão do risco. A análise é a etapa que serve para estimar o risco a que os diversos elementos estão expostos. Na etapa da avaliação, identifica a percepção do risco e a sua aceitação pelos elementos envolvidos, e a gestão serve para encontrar a melhor solução combinando a análise e a avaliação do risco.

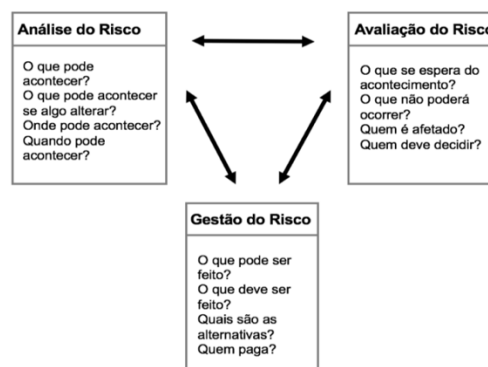


Figura 2.26 - Esquema holístico do conceito de avaliação do risco citado em Bell e Glade (2004).

Segundo Brissos (2013), a análise do risco qualitativamente, isto é, uma simples classificação do risco de acordo com a sua magnitude, permite a descrição da probabilidade de ocorrência e consequências associadas através de uma forma escrita, descritiva ou através de escalas de ordenação numérica, não permitindo a avaliação da grandeza relativa entre os vários riscos identificados. Já a análise quantitativa, baseada em estimativas numéricas, é uma metodologia

mais objetiva, que pretende uma estimativa real para um dado caso de estudo, mas de difícil aplicação por ausência de informação espacial e temporal, como as urbanizações no local de estudo que dificultam as observações no terreno ou a falta de cartas de inventariação de movimentos de terreno ao longo de vários anos que não permitem obter a componente temporal da ocorrência das instabilidades (Brissos, 2013).

A avaliação semi-quantitativa do risco, que tem alguma subjetividade, permite uma simples priorização dos riscos identificados, através da aplicação de uma ponderação numérica em cada termo da equação, permite um escalonamento relativo utilizando classificações (por exemplo: muito elevado, elevado, médio, reduzido) ou através de índices de 1 a 5 ou de 0 a 1, para a sua caracterização (Brissos, 2013).

2.2.2 Gestão e Mitigação do Risco

Devido aos efeitos das alterações climáticas, prevê-se que as zonas de maior vulnerabilidade, como são as zonas costeiras, sofram mais fenómenos erosivos de maiores frequências e intensidades (IPCC, 2014). Não sendo possível evitar a totalidade das situações de risco, é possível, no entanto desenvolver medidas que permitam conter os riscos, de modo a reduzir a exposição de pessoas e bens.

Na gestão do risco são consideradas quatro aproximações conceptuais (APA, 2012):

- **Remoção do risco:** eliminação da possibilidade de o risco ocorrer. Pode ser realizado através da remoção/anulação da fonte de perigo ou através da remoção das potenciais vítimas do fenómeno (pessoas e bens);
- **Redução do risco:** reduzir a probabilidade que o risco ocorra, reduzir as consequências ou a combinação de ambos;
- **Desenvolvimento de planos de contingência:** em fenómenos difíceis de prever e de incerteza no planeamento da estratégia que permitam diversos tipos de resposta consoante as ocorrências futuras; **e de monitorização:** para despoletar respostas para uma estratégia previamente delineada;
- **Aceitação do risco:** em situações em que o risco pode ser considerado aceitável porque:
a) é pouco provável que ocorra; b) o seu impacto é baixo; c) a combinação do impacto e probabilidade é aceitavelmente baixa; ou d) a análise custo/benefício demonstra que é mais vantajoso aceitar o risco (para situações em que os impactos decorrentes do risco são simples, bem compreendidos e localizados).

No “Relatório do Grupo de Trabalho do Litoral – Gestão da Zona Costeira: O Desafio da Mudança” (2014a), o GTL conclui que são três os fatores que concorrem para o risco costeiro, erosão, ocupação e alterações climáticas, sendo que um destes, transcende as políticas

nacionais, como é mitigar as alterações climáticas. Os dois fatores que estão ao nosso alcance intervir, passam por duas medidas (Figura 2.27): reduzir o efeito da erosão através de obras costeiras sustentáveis, onde se deve privilegiar a reposição do ciclo sedimentar, e atuar sobre a ocupação, de modo a reduzir a exposição do edificado, através de medidas de acomodação e realocização, mediante análises custo benefício. Estas estratégias serão analisadas no próximo capítulo (2.2.4) mais em pormenor.



Figura 2.27 – Medidas de atuação possíveis para a minimização do risco, passando pela minimização dos efeitos erosivos e pela realocização dos elementos expostos (GTL, 2014a).

Mais em detalhe, para a gestão do risco para o litoral de arriba do continente e muito na ótica do uso balnear nas praias, a ARH-Tejo através do seu documento publicado “Tágides” (2009), defende a importância do registo das características dimensionais, geométricas e morfológicas dos movimentos de massa, bem como a descrição da tipologia das arribas e identificação dos processos principais de erosão e causadores das instabilidades. Propõe também um enquadramento das medidas mitigadoras do risco em arribas (Figura 2.28).

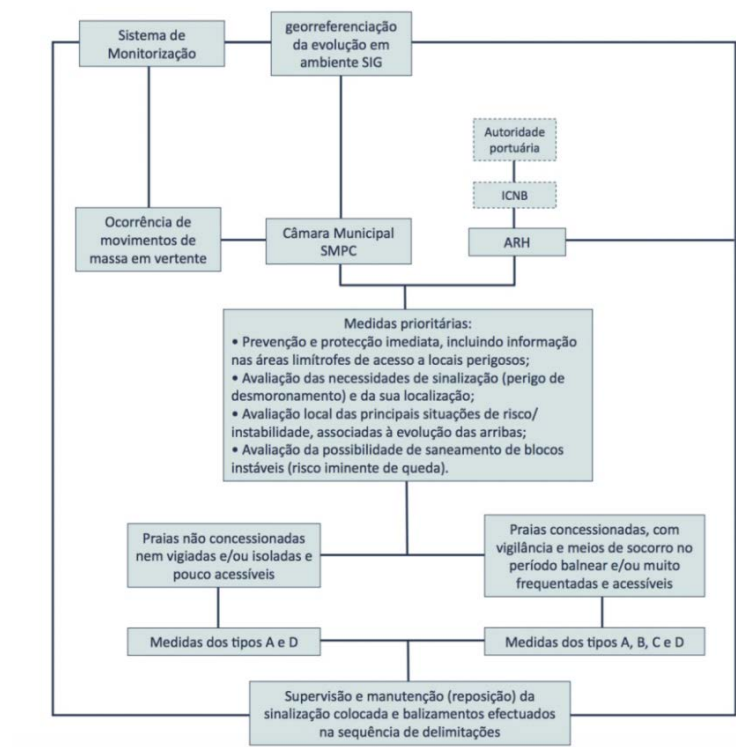


Figura 2.28 - Quadro de gestão do risco em arriba, citado em Ribeiro (2010) e adaptado de ARH Tejo (2009).

As medidas mitigadoras do risco para o uso balnear são de vários tipos, dividindo-se da seguinte forma (Ribeiro, 2010):

- Medida de **tipo A**, é a que menciona a sinalização adequada na base e no topo da arriba, com vista a:
 - 1) Informar os utentes da existência do risco potencial e da probabilidade e ocorrência de movimentos de massa em vertentes;
 - 2) Responsabilizar os utentes para os riscos inerentes à sua localização.
- Medida de **tipo B**, a que diz respeito à delimitação física de zonas de risco elevado na base e no topo das arribas, em particular:
 - 1) Nos locais em que os fenómenos de instabilidade são particularmente evidentes (fendas de tração visíveis e abertas, blocos em consola e cicatrizes de rotura recentes);
 - 2) Nos locais com registo de ocorrências recentes e/ou elevada frequência de movimentos de massa de vertentes.
- Medida de **tipo C**, a que consiste na interdição de sectores de praia ou arriba (estacionamentos, acessos, passeios pedonais, estradas) com vista à restrição espacial de permanência local, nomeadamente:
 - 1) Em locais de elevada ocupação/procura, em que os fenómenos de instabilidade são de tal forma evidentes (os referidos na medida de tipo B) que podem por em causa a segurança das pessoas e bens;
 - 2) Nos locais com registos de ocorrências recentes e/ou elevada frequência de movimentos de massa de vertentes.
- Medida de **tipo D**, é a que corresponde à realização de operações de saneamento de blocos instáveis e reperfilamento de fachadas das arribas, sobretudo:
 - 1) Em locais de elevado potencial de instabilidade (com blocos em consola ou fendas de tração abertas) com risco elevado para os utentes de praia;
 - 2) Em locais com condições operacionais e logísticas favoráveis que incluem a altura adequada da arriba, as condições de acesso à crista, a capacidade técnica do equipamento de intervenção e as condições de segurança para os operadores.

O tema prioritário para a gestão do risco em arribas é a segurança das pessoas, e onde a informação e sensibilização têm um papel fundamental. A sinalização de perigo nas zonas de risco é um dos métodos mais comuns para minimizar o risco de acidentes e para as pessoas perceberem os riscos que poderão estar submetidos (DEWNR, 2014), contudo este depende muito da consciência e atitude de cada um. Embora, também seja possível através do recurso

a panfletos ou cartazes, bem como através de ações de sensibilização junto de escolas e grupos comunitários específicos, tendo em vista aumentar a consciencialização que ajude a minimizar a perda de vida ou como reagir em caso de acidente ou instabilidade (DEWNR, 2014). A Figura 2.29, demonstra um exemplo de sinalização de praia, que adverte para o risco, que é tanto maior quanto mais próximo da crista ou sopé da arriba, e que no presente caso a Faixa de Risco corresponde a 1,5 vezes a altura da arriba.



Figura 2.29 - Exemplos de sinalização de risco em arribas. Advertência para o risco elevado quanto mais próximo do sopé (27/08/2016).

2.2.3 Ordenamento do Território

Desequilíbrios no litoral, como a destruição de habitats e perda de biodiversidade, diminuição na qualidade da paisagem e da água, provêm principalmente da expansão urbana nestas áreas (Pereira, 2004). Como tal, para uma gestão sustentável costeira, é prioridade a adoção de medidas que restrinjam ou interdicam a expansão da urbanização na zona costeira e segundo o GTL, a melhor forma de prever os riscos costeiros é um adequado ordenamento do território respeitando os sistemas naturais.

A política de ordenamento do território é uma política pública que tem como objeto a ponderação e harmonização dos distintos interesses que se exprimem no território e a organização espacial das atividades humanas, numa perspetiva de compatibilização de interesses, de proteção e valorização sustentável dos recursos territoriais a médio e longo

prazo (Julião *et al.*, 2009). No que diz respeito à evolução de arribas e ao ordenamento territorial, para que se obtenha um equilíbrio sustentável entre o risco e os elementos expostos, destacam-se as medidas de prevenção articuladas em dois níveis principais (Marques *et al.*, 2013):

- 1- Definição nos instrumentos de ordenamento do território (POOC/POC e REN);
- 2- Aplicação no terreno de faixas de risco e/ou salvaguarda relativos ao processo de evolução natural das arribas (dominados pela ocorrência de movimentos de massa de tipos e dimensões variadas e sinalização de aviso acompanhada por barreiras físicas ou não destinadas a evitar a utilização de zonas perigosas).

2.2.3.1 REN – Reserva Ecológica Nacional

Definida pelo DL n.º 166/2008, de 22 de Agosto, a REN – Reserva Ecológica Nacional, é “uma estrutura biofísica que integra o conjunto das áreas que, pelo valor e sensibilidade ecológica ou pela exposição e sensibilidade perante riscos naturais, são objeto de proteção especial”.

É apresentada e proposta a nível municipal, acompanhadas pela comissão de coordenação e desenvolvimento regional (CCDR) e administrações de região hidrográfica (ARH), nas plantas de condicionantes dos planos especiais e (PEOT) e dos planos municipais de ordenamento do território (PMOT).

O principal objetivo da REN é contribuir para a gestão de riscos naturais contribuindo para a adaptação aos efeitos das alterações climáticas e acautelando a sustentabilidade ambiental e a segurança de pessoas e bens, que neste caso interessa e incide para o litoral de arriba. Pretende prevenir e reduzir os efeitos da recarga de aquíferos, dos perigos de inundação marítima, de cheias, de erosão hídrica do solo e de movimentos de massa em vertentes (incluindo as de arriba) (Julião *et al.*, 2009). Sobretudo, em litoral de arriba com edificados, a REN adequada para a ponderação das perigosidades e vulnerabilidades territoriais, poderá prever e mitigar o risco associado à instabilidade de arribas, para as pessoas e bens.

Esta, para efeitos de sua delimitação em litoral de arriba, deve ser considerada como todo o conjunto entre a base da arriba (incluindo os depósitos de sopé), a crista da arriba e o topo da arriba que se desenvolve para o lado de terra a partir da crista, seu limite exterior, até ao rebordo superior da arriba, seu limite interior (Figura 2.30) (STCREN, 2009).

O topo da arriba corresponde à área que será afetada por movimentos de massa, num horizonte temporal da ordem do século, denominada por zona ativa da arriba. Como referência para a determinação desta zona, deve-se utilizar as Faixas de Risco/Faixas de Salvaguarda máximas identificadas nos Planos de Ordenamento da Orla Costeira, considerando a partir da crista, o dobro da largura máxima associada ao risco neste plano, sem prejuízo das larguras

distintas definidas através de estudos mais aprofundados que tenham sido validados pelas entidades competentes (STCREN, 2009).

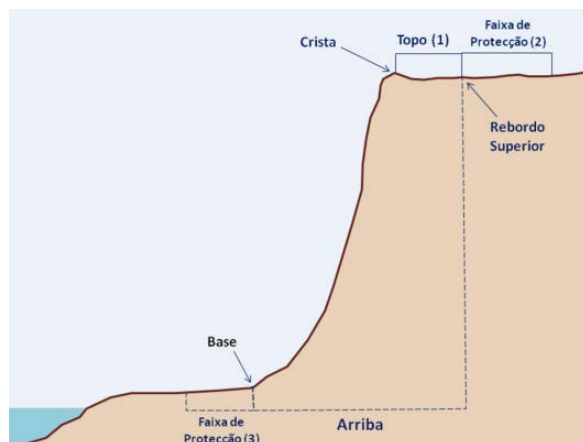


Figura 2.30 - Arriba costeira. Na ausência de outros valores de referência: o topo até ao rebordo superior deve ter, sempre que possível, um mínimo de 25 metros (1); a faixa de protecção superior deve ter um mínimo de 50 metros (2) e a faixa de protecção inferior tem a largura mínima de 15 metros (3) (citado por Ribeiro, 2010, adaptado de STCAREN, 2009).

2.2.3.2 Programas da Orla Costeira

Em 2014, com a publicação da Lei de Bases Gerais de Política Pública de Solos, de Ordenamento do Território e de Urbanismo (LBPSOTU) – Lei nº 31/2014, de 30 de Maio – foi alterado o sistema de gestão territorial. De acordo com esta nova lei, os planos especiais, onde se incluíam os Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC), estes passam a ser designados por Programas da Orla Costeira (POC), mantendo o seu âmbito nacional, contudo assumindo um nível mais programático, estabelecendo exclusivamente regimes de salvaguarda de recursos e valores naturais, através de princípios e normas orientadoras e de gestão.

Estes programas vinculam as entidades públicas e prevalecem sobre os planos territoriais de âmbito intermunicipal (PNPOT, PS e PROT) e municipal (PDM, PU, PP e PMOT), e atuam, segundo o decreto-lei nº159/2012, de 24 de Julho, numa faixa territorial ao longo do litoral, com uma largura de 500 metros na zona de terrestre, podendo ir aos 1000 metros, quando seja justificado através da necessidade de proteção de sistemas biofísicos costeiros, e uma faixa marítima até à batimétrica dos 30 metros, incluindo as áreas de gestão portuária.



Figura 2.31 - Limites territoriais dos Programas da Orla Costeira (APA-POC, 2016).

Atualmente está em curso a elaboração dos novos POC, através da revisão dos antigos e ainda em vigor (POOC) e onde houve também a oportunidade de ajustar os seus limites aos das cinco regiões hidrográficas (Tabela 2.3, e limites na Figura 2.31).

Tabela 2.3 - Regiões
Hidrográficas por POC.

Região Hidrográfica	Programa da Orla Costeira
Norte	Caminha-Espinho
Centro	Ovar-Marinha Grande
Tejo e Oeste	Alcobaça-Cabo Espichel
Alentejo	Espichel-Odeceixe
Algarve	Odeceixe-Vilamoura

O POOC Vilamoura-Vila Real de Santo António, na região hidrográfica do Algarve não se encontra em revisão, no entanto, encontra-se em desenvolvimento trabalhos acerca dos processos de alteração, de acordo o Despacho nº 1128/2014, de 23 de Janeiro.

Para a realização da dissertação, foi sugestão dos orientadores que fosse analisada a área de intervenção do POC Alcobaça-Espichel, com o interesse de analisar o litoral de arriba característico e o seu perigo para as urbanizações costeiras associadas. Em especial incidiu-se na estratégia de salvaguarda aos riscos costeiros relacionados com a dinâmica erosiva em litoral de arriba.

2.2.3.3 Faixas de Risco/Salvaguarda – POC-ACE

Em respeito pelos princípios de prevenção e precaução e de sustentabilidade e solidariedade intergeracional, são elaboradas Faixas de Salvaguarda, constituídas na estratégia de adaptação assumidas pelo modelo territorial definido para o POC Alcobaça Espichel (APA, 2016). Estas dependem das características do troço e altura da arriba e a sua definição está apresentada em “Anexo I”. Pretendem, conter a exposição de pessoas e bens aos riscos de erosão costeira, galgamentos e inundações, bem como as instabilidades de arribas, havendo faixas de salvaguarda para litoral arenoso e para litoral de arriba. Visam assim, garantir a proteção territorial face aos riscos costeiros e assegurar uma evolução das formas de uso e ocupação do território adaptada à evolução climática e consequente agravamento da vulnerabilidade costeira (APA, 2016).

Estabelece este programa, para litoral de arriba, as designadas “Faixa de Salvaguarda em Litoral de Arriba” e que constituem território adjacente à linha de costa, que apresenta maior sensibilidade à dinâmica erosiva que se desenvolve em torno da crista da arriba, e que se destina à salvaguarda e mitigação dos impactes decorrentes da instabilidade e eventos de recuo em arribas, e que envolvem 4 tipos de faixas de salvaguarda (APA, 2016):

- **Faixa de Salvaguarda para o Mar:** ou Faixa de Risco adjacente ao sopé da arriba, correspondem às áreas adjacentes ao sopé da arriba, que podem ser potencialmente atingidas pelo resíduo (e.g. blocos, massa instabilizada) resultante da ocorrência de um movimento de massa de vertente. Estas faixas são projetadas a partir do limite inferior da arriba, incluindo depósitos de sopé preexistentes, e expressas em termos de largura fixa ou dependente da altura da arriba adjacente.
- **Faixa de Salvaguarda para Terra (Nível I):** ou Faixa de Risco adjacente à crista da arriba, corresponde à área adjacente à crista da arriba, com maior probabilidade de serem afetadas por movimentos de massa de vertente de diferentes tipos e dimensões. Estas faixas são projetadas a partir do limite superior da arriba para o interior, na horizontal e em direção perpendicular ao contorno da arriba, e expressas em termos de largura fixa ou dependente da altura da arriba adjacente. É projetada para um horizonte temporal de 50 anos (Nível I) e representa em termos de risco para a urbanização contida uma área de elevado risco.
- **Faixa de Salvaguarda para Terra (Nível II):** ou Faixa de Risco adicional à crista da arriba, corresponde à área que acresce à Faixa de Salvaguarda para Terra de Nível I, tendo como função adicional a absorção de potenciais movimentos de massa de vertente com larguras atípicas. Estas faixas são projetadas para o interior, na horizontal e em direção ao contorno da arriba, e expressas em termos de largura fixa ou dependente da altura da arriba adjacente. É projetada para um horizonte temporal de 100 anos (Nível II) e representa em termos de risco para a urbanização contida uma área de risco a médio e longo prazo.
- **Áreas de instabilidade potencial** – Correspondem às áreas constituídas por planos de vertente em domínio costeiro, cuja evolução não resulta diretamente da ação erosiva das ondas no sopé. Inserem-se nestas áreas quaisquer vertentes naturais ou artificiais (taludes de aterro e taludes de escavação) com potencial de instabilidade e suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa de vertente.

A representação das faixas de salvaguarda definidas pelo POC-ACE (Faixa de Salvaguarda para o Mar, Faixa de Salvaguarda para terra Nível I e II e Área de instabilidade potencial), em ambiente *ArcGIS*, encontram-se na seguinte Figura 2.32.

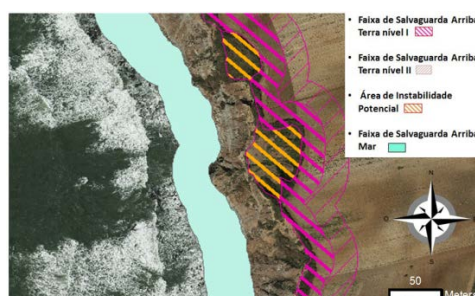


Figura 2.32 - Representação das faixas de salvaguarda em ambiente *ArcGIS* (em zona “residual” no concelho de Peniche, a Sul da urbanização de São Bernardino).

2.2.4 Estratégias de Adaptação

É indeclinável criar mecanismos que respondam aos perigos associados às zonas costeiras através de estratégias que mitiguem os impactos, em especial nas zonas costeiras, particularmente vulnerável às alterações climáticas. O reforçar da resiliência para lidar com os impactos relativos às instabilidades no litoral de arribas é o objetivo das medidas de adaptação que irão ser abordadas. Estas, pretendem a eficácia e a redução de custos, não apenas em termos económicos como também ambientais e sociais (GTL, 2014a). As principais opções que se colocam dentro das estratégias de adaptação nas zonas costeiras, estão confinadas em 3 temas (Figura 2.33):

- **Relocalização:** ou recuo planeado, diz respeito diretamente à ocupação humana no litoral. É uma estratégia extrema que só é aplicada quando as restantes se tornam inviáveis. No que toca aos sistemas naturais, o recuo ou relocalização é uma estratégia de migração para o interior dos ecossistemas costeiros de modo a torná-los menos vulneráveis à erosão e à subida do nível médio do mar (GTL, 2014a). Aplicando-se de igual forma para os sistemas urbanos, reduzindo assim o risco dos eventos graves provocados pelas alterações climáticas limitando os seus efeitos potenciais (Santos, 2014).
- **Acomodação:** privilegia a mudança das atividades humanas no litoral e a adaptação flexível das infraestruturas para reduzir, mais em específico, o risco de inundação (GTL, 2014a). Pretende aumentar a capacidade de as populações lidarem com aqueles impactos e respetivos riscos (Santos, 2014).
- **Proteção:** consiste em manter ou mesmo avançar a linha de costa por meio da alimentação artificial de sedimentos, a reconstrução do sistema dunar, a construção de dunas artificiais e dos seus ecossistemas e a construção de estruturas rígidas tais como esporões, quebra-mares destacados e proteções longitudinais aderentes (GTL, 2014a). Pretende a redução do risco associado aos impactos das alterações climáticas, em especial as que resultam da subida do nível médio do mar. (Santos, 2014).

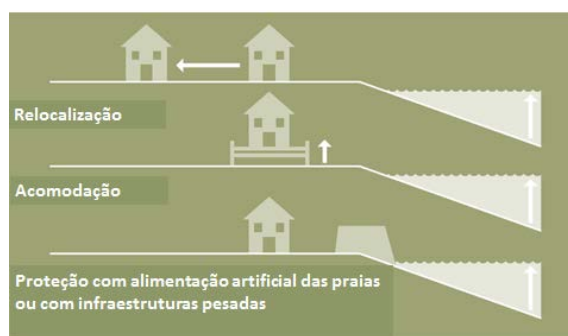


Figura 2.33 - Estratégias de Adaptação: Relocalização, Acomodação e Protecção (GTL, 2014a).

A necessidade de adotar estratégias de adaptação, é na prática uma obrigatoriedade das políticas públicas que tenham reflexos na redução da exposição dos bens e pessoas a determinados riscos, e de custos para o erário público, pesando os fatores socio-económicos e ambientais. Visam antecipar potenciais impactos e minimizar ameaças para os ecossistemas, a saúde humana, a economia e infraestruturas, como também, os custos inerentes à tomada de medidas para enfrentar as alterações climáticas e riscos associados (incluindo medidas de mitigação e adaptação) serão substancialmente inferiores aos custos de ausência da ação a médio e longo prazo (CE, 2009a).

Inversamente, podem acontecer casos de “má adaptação” como algumas infraestruturas de proteção contra a subida do nível médio do mar ou inundações que podem alterar o equilíbrio dinâmico do sistema costeiro ou fluvial, aumentando assim a vulnerabilidade (CE, 2009a), e que resultam de más práticas e de desconhecimento do comportamento dos sistemas ambientais.

Segundo o “Guideline for preparing a coastal hazard adaptation strategy” (DEH, 2013), as estratégias de adaptação costeira devem:

- Mitigar os impactos da erosão costeira e aumentar a resiliência do sistema;
- Melhorar o conhecimento local e maneiras de reagir face aos impactos;
- Integrar instrumentos de ordenamento e planos comunitários.

As opções estratégicas podem ser estabelecidas numa ordem hierárquica de eficácia (Figura 2.34). Evitar o risco, constitui a melhor alternativa para a resiliência de um certo local ao risco costeiro, depois se não possível a primeira opção, vem a relocação, seguida da acomodação e a opção de proteção, é a que menos contribui para a resiliência de um local face ao risco no futuro (WAPC, 2014).



Figura 2.34 - Hierarquia das estratégias de adaptação (citado em CHRMAP, 2014).

Curiosamente, esta hierarquia, não se regista na presente história, na ocupação da orla costeira, pois ocupou-se indevidamente zonas muito vulneráveis, que perante os avanços das águas e instabilidades de vertentes, se fizeram obras de proteção, frequentemente acompanhadas de medidas de acomodação em resultado dos estragos provocados por ocorrências mais extremas e, a relocação, só ocorreu quando nenhuma das anteriores funcionaram.

Neste campo da adaptação costeira, é muito importante, e referido no “Livro Branco “Adaptação às Alterações Climáticas – para um quadro de ação europeu” (2009), a partilha de informação entre os estados membros de todos os trabalhos neste âmbito, bem como os custos e benefícios associados às estratégias de adaptação, que irão ser referidos mais à frente no presente trabalho (em 4.3). Devem também ser privilegiadas as intervenções de maior aceitabilidade ambiental e menos impactes no ponto de vista paisagístico, utilizando as intervenções de carácter mais artificializador (pesadas) em casos de eliminação máxima do risco, como em casos de urbanizações expostas ao risco (APA, 2012).

Relativamente ao tipo de estruturas de defesa costeira, estas dividem-se em leves e pesadas, de acordo o seu grau de artificialização no sistema, na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 – Medidas pesadas e leves das estratégias de adaptação. (citado de Cardona, 2014, adaptado de Policy Research Corporation, 2009).

	Proteger Esforço para continuar a usar áreas vulneráveis	Acomodar Esforço para continuar a viver em áreas vulneráveis, alterando hábitos	Recuar Esforço para abandonar áreas vulneráveis
Pesada	Diques, Esporões, paredões, quebra-mares, barreiras contra a intrusão salina	Construção em estacas, adaptação dos sistemas de drenagem, abrigos de emergência para cheia	Relocalização de edifícios ameaçados
Leve	Alimentação artificial, dunas artificiais, criação de zonas húmidas (sumidouros)	Novos códigos de construção (estruturas amovíveis ou mais resilientes), culturas agrícolas tolerantes ao sal ou a inundações, alertas de risco e evacuação, seguros baseados no risco	Restrições no uso do solo, zonas tampão e renaturalização de espaços artificializados

Para o litoral de arriba as medidas de intervenção a considerar, impactos associados, custos e contextos de aplicação, para adaptação e gestão do risco encontram-se na Tabela 2.5, incluídas no “Plano de Ação de Proteção e Valorização do Litoral” (APA, 2012).

Tabela 2.5 - Resumo das medidas de intervenção em litoral de arriba (APA, 2012).

Tipo de intervenções		Impacto ambiental e paisagístico	Grau de proteção (redução do risco)	Custo	Contextos de aplicação e usos
	Exemplos Genéricos				
Estabilização (pesadas)	Pregagens e betão projetado	Elevado	Elevado	Elevado	Áreas urbanas em zonas de risco e/ou praias urbanas de uso intensivo
	Muros de suporte/ estruturas de contenção				
Minimização (intermédias)	Redes de malha hexagonal de encaminhamento	Reduzido a intermédio	Intermédio	Moderado	Praias urbanas periurbanas e seminaturais
	Redes de malha hexagonal pregadas	Reduzido a intermédio	Intermédio	Moderado	
	Redes tensionadas	Intermédio	Elevado	Moderado a elevado	
	Barreiras dinâmicas	Reduzido a intermédio	Intermédio a elevado	Moderado a elevado	
	Reperfilamento do talude	Intermédio a elevado	Variável	Reduzido a moderado	
	Mantas geossintéticas	Reduzido a intermédio	Intermédio	Moderado	
Corretivas (ligeiras)	Drenagem superficial	Reduzido	Reduzido	Reduzido	Praias urbanas periurbanas seminaturais e naturais
	Saneamento de blocos	Reduzido	Intermédio a elevado (efeito localizado e temporário)	Reduzido	
	Alimentação artificial de praias	Reduzido	Moderado a elevado	Moderado a elevado	
Informativas (incidência na componente antrópica)	Placas de sinalização	Reduzido	Reduzido	Reduzido	Todas as praias e arribas
	Guardas/vedações	Reduzido	Reduzido a intermédio	Reduzido	

2.2.4.1 Relocalização

A relocalização ou recuo planeado, consiste na retirada do edificado, nomeadamente em zonas de risco associado à erosão costeira, e para o caso em discussão, a instabilidade de arribas. Geralmente é adotada quando as outras estratégias não resultam ou a vulnerabilidade é demasiado elevada e seja a retirada a única solução. É uma opção socialmente e economicamente sensível uma vez que joga com interesses privados subjetivos, nem sempre abertos a soluções com impacto imediato fortíssimo nas suas vidas (custos elevados associados ao recuo, como são a demolição e nova construção, para além dos afetivos) e onde os benefícios a médio e longo prazo são difíceis de serem consciencializados.

A Figura 2.35, exemplifica em esquema a relocalização, inserindo a remoção dos edificados e a readaptação de numa zona costeira em risco.

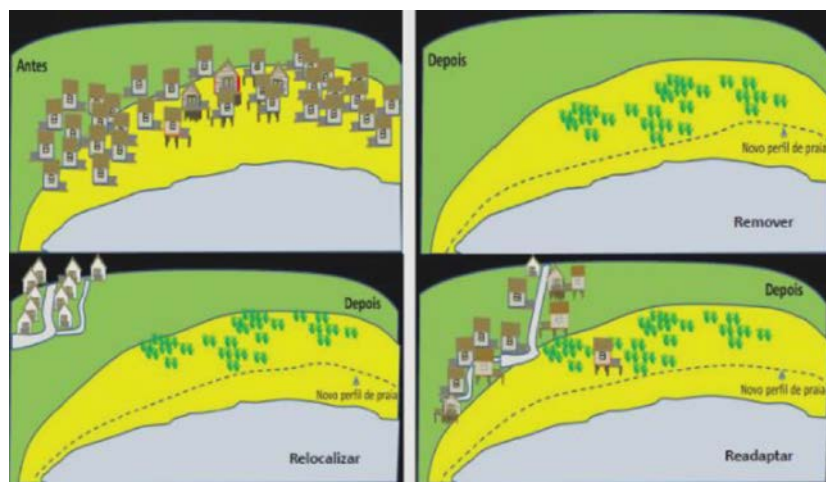


Figura 2.35 - Esquema das ações “remover”, “relocalizar” e “readaptar” (Oliveira, 2013; Veloso-Gomes e Oliveira, 2013; Cardona, 2015).

Por regra, esta opção é das estratégias mais viáveis na redução do risco, através de um recuo planeado do edificado para fora da zona considerada em risco para um determinado tempo, combinando com a taxa de recuo para um determinado tempo horizonte afastado do risco (Kolberg, 1995; Davidson-Arnott e Ollerhead, 2011).

Segundo o GTL (2014a), a relocalização deverá ser considerada prioritária em troços do litoral de elevado risco de galgamento, inundação, erosão e instabilidade de vertentes. A estratégia pressupõe desde já a não ocupação da orla costeira, incluindo de áreas urbanas e as urbanizáveis, com novas construções ou ampliações de já existentes e recomendando que as instituições públicas responsáveis sejam exemplares na implementação do recuo planeado.

2.2.4.2 Acomodação

A estratégia de acomodação consiste em aumentar a capacidade de as populações lidarem com o risco e impactos respetivos, através de soluções mais resilientes (Santos, 2014).

Segundo o GTL (2014a) esta estratégia passa pelo incentivo ao uso sazonal; estruturas elevadas menos sensíveis à ação das águas; o planeamento de espaços públicos como zonas de encaixe ou de encaminhamento de águas ou soluções de dissipação de energia das águas.

As figuras que se seguem são exemplos de soluções utilizadas por comunidades tradicionais para minimizarem a mobilização das praias e sistemas dunares que existiam na nossa costa (Figura 2.36) e soluções mais tecnológicas para minimizar riscos de inundação e com preços muito competitivos face à construção convencional (Figura 2.37).



Figura 2.36 - Palheiros tradicionais (Dias, 1993; GTL, 2014a).



Figura 2.37 - Dique de habitações flutuante (Factor Architecten, 2016).

Já para o litoral de arriba, a estratégia de acomodação não é tão linear como no litoral arenoso (inundações e galgamentos), já que os processos envolvidos, como movimentos de massa e recuos associados, são geralmente mais lentos, mas de avanço inexorável, têm maior imprevisibilidade, os fatores que os desencadeiam nem sempre são tão evidentes e de grande incerteza associada. O exemplo da (Figura 2.38) representa um tipo de acomodação extrema, através da colocação de pilares que substituem a função da própria arriba, solução esta que não combate, nem a erosão nem a estabilização da vertente, constituindo uma solução que permite a sustentabilidade direta do edifício nas fundações, porventura contribuindo mesmo para uma mais rápida degradação do sistema costeiro.



Figura 2.38 - "Pillar House" California (AGS, 2004).

2.2.4.3 Proteção

As medidas de proteção têm sido as mais recorrentemente utilizadas, como resposta aos riscos de galgamento, erosão, instabilidade de vertentes e frequentemente como uma ação reativa face às dinâmicas instaladas. Estas, visam manter ou mesmo avançar a linha de costa através de soluções como a alimentação artificial de sedimentos, a reconstrução do sistema dunar, a construção de dunas artificiais e dos seus ecossistemas, a construção de estruturas rígidas tais como esporões, quebra-mares destacados e proteções longitudinal aderentes (GTL, 2014a).

Em Portugal, os custos de proteção têm sido suportados quase integralmente pelos recursos financeiros públicos e pelos fundos comunitários (de 70 a 100%) (GTL, 2014b). No período de 1995 a 2014, a entidade com responsabilidade na execução de obras de defesa costeira (a APA e a sua antecessora, ex-INAG) investiu um total de 196 milhões de euros em obras associadas à proteção costeira, acrescendo as despesas tidas com a reparação de estragos, da ordem dos 23 milhões de euros, devido aos temporais ocorridos entre Janeiro a Março de 2014, destacando-se a tempestade “Hércules” (GTL, 2014b). Para horizontes a médio (2050) e longo prazo (2100) o recurso à utilização exclusiva de soluções de proteção não será sustentável, pois os custos tenderão a aumentar, sendo por isso necessário começar a combinar tais intervenções com medidas de acomodação e realocização (GTL, 2014b).

Os tipos de intervenções de proteção variam desde as mais ligeiras, de pouco impacto visual até às que implicam a artificialização de toda a fachada exposta (Ambramson *et al.*, 2002 e Sunamura, 1992, em Marques *et al.*, 2013a).

Na defesa costeira em litoral de arriba, o tipo de estruturas utilizada frequentemente é em geral a “pesada”, e tem, como principal objetivo proteger a arriba da ação direta do mar, atenuando a velocidade de evolução natural da vertente diminuindo assim a probabilidade de ocorrência de movimentos de massa (Teixeira, 2009). O tipo de intervenções de proteção varia desde as mais ligeiras, de pouco impacto visual, até às que implicam a artificialização de toda a fachada exposta (Sunamura, 1992).

As intervenções mais recorrentes para a proteção de arribas são (Marques *et al.*, 2013a):

- **Desmontes controlados e reperfilamentos**

Os desmontes controlados (Figura 2.39), baseiam-se na extração de blocos instáveis que se encontrem na vertente da arriba e como forma de minimizar os riscos que provocam. Aplicáveis em situações em que é permitido realizar o desmonte em segurança, a partir do sopé, podendo também ser a partir da crista, com o auxílio de retroescavadoras giratórias. Utiliza-se também, almofadas acionadas por ar comprimido ou hidráulicas quando existirem fendas de tração ou fraturas; cunhas metálicas de acionamento hidráulico ou bolas de demolição por grua, para arribas mais altas. É uma intervenção de reduzido impacte visual

e que constituem excelentes oportunidades para a monitorização do percurso dos blocos deslocados.

Os reperfilamentos consistem em operações de modelação das fachadas das arribas em áreas mais alargadas que os desmontes controlados. O impacto visual será maior e é usado preferencialmente em arribas de rochas brandas de difícil estabilização, ou nos casos de arribas mistas com camadas resistentes e menos resistentes, como maciços alternados de margas e calcários margosos. No entanto esta técnica é pouco viável para arribas que excedam os 10 metros face à acessibilidade necessária a partir da crista ou sopé.



Figura 2.39 - Desmonte na praia Maria Luísa a 15 de Maio de 2008 (Teixeira, 2009b).

- **Redes de proteção contra quedas de blocos:** são dispositivos que contêm energia cinética de blocos que se soltam, confinando a sua ação a uma faixa muito estreita junto ao sopé, aumentando assim a segurança de pessoas e bens expostos (Figura 2.40). As características técnicas da rede deverão ser apropriadas às da dimensão dos blocos. As redes de malha não entrelaçada e de alta resistência à corrosão marítima, são as que geralmente são usadas neste tipo de intervenção. Os sistemas de rede podem ser complementados com outros dispositivos, situados no sopé, como valas e muros de espera, ou por barreiras dinâmicas.



Figura 2.40 – Redes de proteção na Praia da Adraga, Sintra (GEOBRUGG, 2016).

- **Barreiras dinâmicas:** destinam-se a amortecer ou deter totalmente as massas de rochas instabilizadas, com volumes superiores do que os compatíveis para a rede de blocos (Figura 2.41 e Figura 2.43). Podem ser utilizadas isoladamente ou em conjugação com as redes de proteção contra quedas de blocos.



Figura 2.41 - Barreira dinâmica (GEOBRUGG, 2016).

- **Valas e outros dispositivos de retenção de sopé:** permite limitar a propagação do movimento dos blocos instabilizados para zonas mais distantes do sopé das arribas. Dependem de espaço areal disponível, natureza do substrato na vizinhança imediata das arribas, altura das arribas e dimensão previsível das instabilidades. As valas poderão ser usadas em conjugação com as redes de proteção. Poderá ser aplicado em caso de necessidade, muros de espera a delimitar a vala de retenção, do lado do mar, em contexto mais urbano.
- **Estabilização de fachadas de arribas em maciços rochosos:** em caso de necessidade de elevada segurança e onde existam estruturas que não possam ser removidas, tais como frentes urbanas consolidadas, onde as intervenções ligeiras não sejam consideradas suficientes. São intervenções de carácter mais pesado, que podem ser aplicadas em combinação ou isoladas:
 - **Redes de suporte com pregagens e/ou ancoragens:** redes que deverão ser projetadas de acordo com as características de compartimentação e dimensões dos maciços onde vão ser implementadas. As pregagens e ancoragens devem ser de tipo definitivo, com proteções contra a corrosão.
 - **Injeções calda de cimento** de consolidação realizada em furos de sondagem realizados para este efeito.
 - **Betão projetado:** cobertura de betão na fachada que com a possibilidade de utilização de malhas de aço e fibras de reforço, para melhorar a resistência ao fendilhamento (Figura 2.42). Deverão ser instalados tubos previamente, que assegurem a drenagem do tardo, evitando a acumulação de água no maciço e consequente geração de impulsos instabilizadores. De fácil degradação nas

extremidades e que deverá ser evitada, por comportamento deficiente em situações onde ocorram camadas de argilitos, siltitos ou margas.

- **Dispositivos de drenagem:** que favoreçam a descarga controlada das águas pluviais provenientes a montante e minimizar o efeito erosivo das águas na face da arriba.
- **Muros de suporte:** devem ser projetados de acordo com as boas normas e características das instabilidades do maciço, devendo ser naturalmente providos de furos de drenagem que possibilitem a realização de operações de manutenção. Também poderão ser completados com ancoragens.



Figura 2.42 - Praia de Albufeira, proteção da arriba em betão projectado, ancoragens, estrutura vigiada de betão armado e estruturas de madeira servindo de plataformas para a vegetação (Costa, 2012).



Figura 2.43 - Praia do Algodio na Ericeira, aplicação de b) saneamento, pregagens, drenagem, revestimento com máscara de alvenaria e, a) aplicação de barreiras dinâmicas (LCWCONSULT, 2006).

- **Estabilização de escorregamentos:** para o caso da possibilidade de ocorrência de escorregamentos/deslizamentos consideráveis que signifiquem um risco elevado para os elementos expostos, as ações a aplicar devem ser estruturadas de modo a que os custos

económicos envolvidos não sejam iguais ou superiores ao valor económico das estruturas a preservar. Deve-se então priorizar opções como enrocamentos de blocos no sopé de material em contexto com a zona em questão (litologia semelhante), o reperfilamento do terreno com a remoção de cargas a montante associados a dispositivos de drenagem do maciço e caleiras de encaminhamento das águas pluviais.

- **Medidas de proteção contra a erosão superficial:** consistem em medidas que atenuem os impactos relativos às escorrências das águas pluviais diretamente sobre as fachadas das arribas e controle de águas pluviais vindas a montante. Pode ainda ser completada com redes bem ajustadas e fixadas aos taludes, para permitir a captura de partículas e fixação da vegetação contribuindo para a redução da erosão superficial. Sugere-se a aplicação para arribas de declives médios (30° a 35°) talhadas em siltitos, margas e argilitos. A cor do material deve ser do contexto dos solos e de material de elevada durabilidade.
- **Proteções contra a erosão de sopé:** para limitar os efeitos de erosão de sopé em arribas, recorre-se a proteções aderentes de blocos, preferencialmente compostos por rochas da mesma natureza das que forma as arribas, adequadas à paisagem (Figura 2.44).



Figura 2.44 – Construção de reforço em enrocamento no sopé da arriba de S. Pedro de Moel (SIARL, 2014).

2.2.4.4 Análise Custo-Benefício

A comunidade técnica e científica, recorre hoje em dia a análises de custos e benefícios, de forma a quantificar custos para vários cenários, e como forma para suportar a decisão da estratégia, se deve ser acionada ou não acionada (CE, 2009b). A análise custo-benefício (ACB) dos projetos de investimento é explicitamente exigida pelos novos regulamentos da União Europeia que regem os Fundos estruturais (Regulamento 1260/1999), o Fundo de Coesão (Regulamento 1264/1999 e 1164/94) e o Instrumento Estrutural de Pré-Adesão

(Regulamento 1267/1999) no caso de projetos de investimento cujos orçamentos excedam, respetivamente os 50, 10 e 5 milhões de euros. (LNEC, 2015).

Nestas análises, a prioridade é a segurança das pessoas e bens expostos face aos riscos possíveis, bem como a gestão integrada e sustentável do risco. Através da comparação de custos e benefícios para cada alternativa de adaptação costeira (proteção, acomodação e realocização), obtém-se dados com a solução que mais é rentável e que mais se adapta para um determinado caso de estudo.

As principais mais valias da abordagem da ACB consistem (LNEC, 2015):

- Na possibilidade de se expressar um juízo sobre a conveniência económico-social de determinado projeto (ao nível de arquitetura, engenharia e construção);
- Estabelecer uma comparação entre diferentes alternativas do projeto,
- Incentivar a prática de identificação e contabilização de custos e benefícios económicos, mesmo que estes não sejam imediatamente convertíveis em unidades monetárias.

2.2.5 Legislação

De entre a legislação com incidência no litoral, importa salientar para o trabalho em análise, a seguinte:

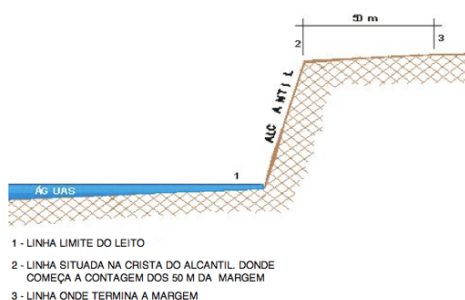
- Decreto-Lei n.º 468/71, de 5 de Novembro, revisto pela Lei 16/2003 – Regime Jurídico do Domínio Público Marítimo no qual se incluem os leitos e as margens das águas do mar, correntes de água, lagos e lagoas, de modo a facilitar o seu aproveitamento para os diversos usos de que são economicamente suscetíveis. Inclui neste decreto a primeira noção do risco ao avanço das águas através do conceito de zona adjacente “toda a área contígua à margem que como tal seja classificada por decreto, por se encontrar ameaçada pelo mar ou pelas cheias”.
- Lei n.º 48/98, de 11 de Agosto - A política de ordenamento do território, que assenta num sistema de gestão territorial organizado em três âmbitos coordenados (nacional, regional e municipal) e concretiza-se através de um conjunto bem determinado de instrumentos de gestão territorial.
- Diretiva 2000/60/CE, de 23 de Outubro – Diretiva Quadro da Água que estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água que tem por objetivo proteger

as águas de superfícies interiores, as águas de transição, as águas costeiras e as águas subterrâneas.

- Lei n.º 54/2005 - Lei da Titularidade dos Recursos Hídricos, que estabelece a titularidade dos recursos hídricos. Noção de leito, margem e respetivos limites. A linha máxima praia-mar de águas vivas equinociais (LMPMAVE) corresponde à linha notável, coincidente com o limite entre o leito e a margem das águas do mar. Além do seu significado fisiográfico, esta linha assume ainda carácter de limite administrativo, sendo, na estrutura administrativa e orgânica do Estado, se atribuir as competências de gestão e licenciamento dos usos e ocupações no leito e na margem a diferentes organismos. Já a margem, entende-se pela “faixa de terreno contígua ou sobranceira à linha que limita o leito das águas”, a sua largura depende, sendo 50 metros, contando a partir da linha limite do leito nas águas de mar e nas navegáveis ou flutuáveis sujeitas à jurisdição das autoridades marítimas e portuárias. No caso das arribas alcantiladas, obedece ao disposto no nº6 do artº11º “A largura da margem conta-se a partir da linha limite do leito. Se, porém, esta linha atingir arribas alcantiladas, a largura da margem é contada a partir da crista do alcantil.” (Figura 2.45):

MARGENS COM ARRIBAS ALCANTILADAS
PERFIL INDICANDO A FORMA DA MARGEM

1ª HIPÓTESE - A LINHA LIMITE DO LEITO ATINGE O ALCANTIL



2ª HIPÓTESE - A LINHA LIMITE DO LEITO NÃO ATINGE O ALCANTIL

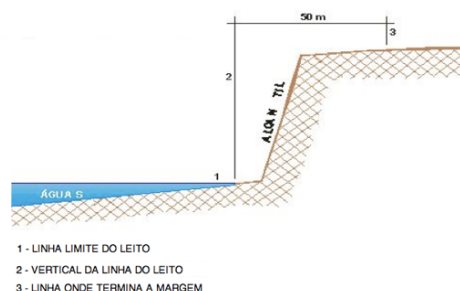


Figura 2.45 - Margens em arribas alcantiladas (a face da arriba representada tem 75º)
(citado por Teixeira, 2009, adaptado de Amaral e Fernandes, 1978).

- Lei n.º 58/2005 – Lei da Água, que estabelece as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas e assegura a transposição da Diretiva n.º 2000/60/CE (Directiva Quadro da Água).
- Lei n.º 65/2007, de 12 de Novembro, que enquadra a Proteção Civil de âmbito municipal, define como objetivos gerais prevenir e atenuar a ocorrência de acidentes graves ou catástrofes na área de cada município (Julião *et al.*, 2009).
- Lei n.º 58/2007 de 4 de Setembro, criação do PNPOT – Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território, que vem estabelecer um quadro orientador para os diferentes instrumentos de gestão territorial.

- Resolução do Conselho de Ministros n.º 82/2009, de 8 de Setembro - aprova a Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira. Significa um referencial estratégico de enquadramento à gestão integrada e participada da zona costeira, que garanta o desenvolvimento sustentável, cuja resposta vem dar resposta aos compromissos internacionais e comunitários assumidos por Portugal (resultado da recomendação 2002/413/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de Maio de 2002 relativa à execução da gestão integrada da zona costeira na Europa).
- Despacho n.º 12/2010, do presidente do INAG – Definição de Arriba: “forma particular de vertente costeira abrupta ou com declive elevado, em regra talhada de materiais coerentes pela ação conjunta dos agentes morfogenéticos marinha, continentais e biológicos, podendo ser alcantilada se a sua inclinação exceder os 50%, e não alcantilada se a sua inclinação for inferior a esse valor”.
- Decreto-Lei n.º 159/2012, de 24 de Julho – Área de incidência dos POOC (Figura 2.46), que se subdivide em duas áreas fundamentais: 1) Zona Marítima de Proteção: faixa compreendida entre a linha limite do leito das águas do mar e a batimétrica dos 30 metros referenciada ao zero hidrográfico; 2) Zona Terrestre de Proteção: composta pela margem das águas do mar e por uma faixa, medida na horizontal, com uma largura de 500 metros, contados a partir da linha que limita a margem das águas do mar, podendo ser ajustada para uma largura máxima de 1000 metros quando se justifique acautelar a integração de sistemas biofísicos fundamentais no contexto territorial objeto plano.

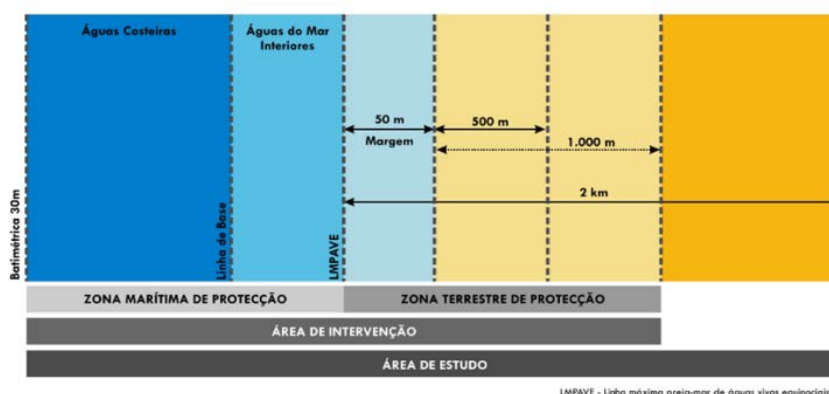


Figura 2.46 - Área de intervenção do poc (APA, 2016).

- Lei n.º 31/2014 - Lei de bases gerais da política pública de solos de ordenamento do território e de urbanismo (LBPSOTU) onde se determinam diversos fins de política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo, entre os quais, aumentar a resiliência do território aos efeitos correntes de fenómenos climáticos extremos e combater os efeitos da erosão e outros princípios de sustentabilidade. Identifica também como ATRR (Áreas Territoriais a Reabilitar e a Regenerar), as áreas que podem abranger solo classificado como rústico ou urbano identificadas pelo Estado, Regiões Autónomas e

autarquias locais, nos programas e planos territoriais, as áreas que possam promover as ações adequadas à política de adaptação e resiliência proposta.

- Lei n.º 19/2014, de 14 de Abril que define as bases da política de ambiente, visando a efetivação dos direitos ambientais através da promoção do desenvolvimento sustentável, suportada na gestão adequada do ambiente, através de princípios e instrumentos, que assegure o bem-estar e melhoria progressiva a qualidade de vida dos cidadãos.
- Despacho n.º 6574/2014, de 20 de Maio – criação do Grupo de Trabalho do Litoral (GTL) com o principal objetivo de refletir mais aprofundadamente acerca da problemática da gestão costeira, devendo definir um conjunto de medidas que permita alterar a exposição ao risco, a médio e longo prazo. Entre a aplicação da ENGIZC e a sugestão de alterações, alternativas de intervenção de obras costeiras e custos associados, adaptação relativa aos usos e ocupação do território nas zonas de risco, tem também o papel de estabelecer orientações para a elaboração dos POOC de nova geração e elaborar estimativas orçamentais, e impactos socioeconómicos das ações propostas.
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 12/2014, onde é aprovada a primeira Estratégia Nacional para o Mar, prevista para vigorar de 2006 a 2016, que se baseia numa abordagem integrada das várias políticas nacionais, que criou mecanismos indispensáveis ao aproveitamento sustentável do mar, assentando em três pilares estratégicos: conhecimento, planeamento e ordenamento espaciais e promoção e defesa ativas dos interesses nacionais.

3 Área de Estudo

3.1 Enquadramento Geográfico

A presente dissertação incide no âmbito territorial do POC-ACE, que abrange, nos termos do n.º 1 do artigo 21.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, as águas marítimas costeiras e interiores e os respetivos leitos e margens, assim como as faixas de proteção marítimas e terrestres inseridas na área de circunscrição territorial da ARH-Tejo e Oeste, dos municípios de Alcobça, Nazaré, Caldas da Rainha, Óbidos, Peniche, Torres Vedras, Mafra, Sintra, Cascais, Almada e Sesimbra (Figura 3.1).

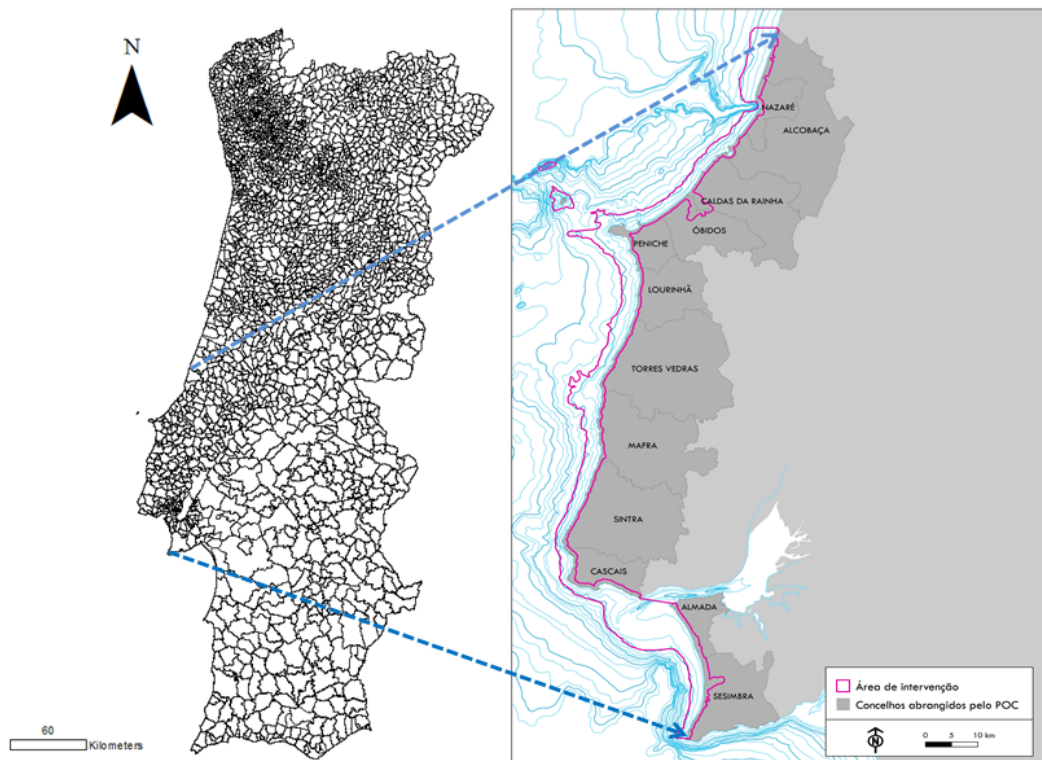


Figura 3.1 - Enquadramento da área de estudo, com os concelhos abrangidos pelo POC-ACE (adaptado de APA-SNIRH em APA, 2016; CAOP-DGT, 2015).

Este programa desenvolve-se ao longo de um troço costeiro com aproximadamente 190 quilómetros, com uma população residente pelos concelhos abrangidos de 1.152.769 habitantes para o ano de 2011, que dos quais 30% são nas freguesias costeiras (APA, 2016). Os aglomerados costeiros mais importantes neste troço são a Nazaré, São Martinho do Porto, Peniche, Praia da Areia Branca, Praia de Santa Cruz, Ericeira, Praia das Mações, Cascais e toda a linha do Estoril até São Julião da Barra e, a Sul da Foz do Tejo, a Costa da Caparica,

aglomerados estes, cuja génese está profundamente associada a atividades económicas ligadas ao mar, como a pecuária, indústria alimentar, turismo e atividade portuária.

3.1 Ventos e Agitação Marítima

O vento tem um papel muito importante na modelação da zona costeira. É fundamental no transporte de sedimentos de praia e na formação dos sistemas dunares, com influência direta na morfologia costeira e consequentemente nas arribas e indiretamente, é responsável pela formação da agitação marítima, este, principal agente na modelação do litoral.

O vento é formado, pela diferença de pressão e temperatura das camadas de ar, que a atmosfera ao realizar o equilíbrio faz movimentar o ar. Devido à diferente capacidade de absorção do calor oriundo dos raios solares, a terra e o mar absorvem o calor solar de forma diferenciada e que é uma das razões para o litoral ser particularmente ventoso. Na faixa costeira ocidental (Foz do Rio Minho ao Cabo de São Vicente) predominam os ventos de N e NW, apresentando-se nas tabelas que se seguem, o registo da frequência (%) e a velocidade média (km/h) para cada rumo de vento para as estações meteorológicas de “São Pedro de Moel”, situado imediatamente a Norte do concelho de Alcobaça (Tabela 3.1, de 1964-1990), para o “Cabo Carvoeiro” (Tabela 3.2, de 1961-1990) e para o “Cabo da Roca” (Tabela 3.3, de 1961 a 1990) (IM, 2004).

Tabela 3.1 - Frequência e velocidade média do vento para a estação meteorológica de "São Pedro de Moel" (IM, 2004).

	Frequência (%) e Velocidade Média V (km/h) para cada rumo																	Veloc. Média V (km/h)
	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		Calm C	
	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V		
Janeiro	8,7	20,5	15,7	9,6	21,1	9,7	19,0	11,2	5,1	13,3	10,4	20,2	9,1	18,6	6,3	21,3	4,6	13,9
Fevereiro	12,8	18,5	14,7	9,6	13,8	9,3	13,2	12,3	5,6	12,5	12,7	20,6	11,3	17,6	10,6	16,5	5,3	15,0
Março	24,0	17,7	12,4	9,6	12,1	9,5	8,4	10,4	3,7	11,0	10,2	16,0	10,0	14,8	14,4	15,8	4,8	13,8
Abril	29,0	17,8	8,3	10,0	7,2	11,4	6,9	12,0	3,3	10,5	13,4	16,5	12,3	13,5	15,4	15,3	4,1	14,3
Maio	32,7	16,9	5,1	10,1	3,6	9,6	3,6	10,5	3,7	10,7	17,5	13,9	12,1	11,1	17,8	12,5	3,8	13,0
Junho	38,9	13,5	4,3	9,9	3,0	9,9	2,7	8,4	2,5	9,2	16,3	12,6	10,2	8,4	17,4	11,1	4,7	10,8
Julho	40,5	12,6	6,7	10,8	1,6	10,5	0,5	8,4	1,5	8,1	16,2	10,2	8,8	7,0	19,0	9,1	5,3	9,9
Agosto	49,4	12,7	8,5	11,4	1,9	10,2	1,7	8,8	1,7	7,4	12,7	10,9	6,0	6,3	11,9	9,5	6,2	9,3
Setembro	33,4	11,9	9,9	9,8	4,8	9,9	5,0	11,0	4,2	10,1	16,9	9,8	6,4	6,7	12,0	8,4	7,4	8,8
Outubro	24,1	13,1	18,7	9,0	8,3	9,1	11,3	12,1	5,2	12,5	12,6	14,5	5,5	16,3	7,8	14,2	6,4	11,5
Novembro	12,7	17,0	20,2	9,2	19,1	9,7	17,1	10,7	4,4	12,0	8,4	15,9	5,5	14,7	8,3	17,1	4,3	12,2
Dezembro	8,5	16,7	22,5	9,6	20,0	9,6	18,4	13,0	4,1	15,4	10,2	22,1	8,0	21,1	5,8	18,1	2,5	13,3
Ano	26,3	14,8	12,2	9,7	9,7	9,7	8,9	11,5	3,7	11,6	13,2	14,7	8,8	13,1	12,3	13,1	4,9	12,2

Tabela 3.2 - Frequência e velocidade média do vento para a estação meteorológica de "Cabo Carvoeiro" (IM, 2004).

	Frequência (%) e Velocidade Média V (km/h) para cada rumo																	Veloc. Média V (km/h)
	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		Calm C	
	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V		
Janeiro	19,3	20,9	12,0	15,0	8,1	13,9	14,0	18,6	19,6	19,3	6,7	16,9	13,7	18,8	6,6	20,3	0,1	19,8
Fevereiro	23,6	20,0	10,8	16,3	6,6	14,8	11,0	18,4	18,5	20,1	7,9	18,4	13,0	21,9	8,5	20,2	0,1	20,7
Março	37,1	21,2	9,2	15,4	6,5	16,3	8,1	17,9	13,2	17,1	6,2	16,3	11,9	16,1	7,7	17,0	0,0	19,7
Abril	42,8	20,8	10,8	17,8	3,9	15,0	3,2	16,1	9,9	18,2	6,5	15,1	14,3	15,4	8,6	15,0	0,0	19,4
Maio	51,6	20,2	9,4	18,5	1,4	12,7	1,2	16,2	9,0	17,0	6,8	13,1	11,2	14,5	9,3	14,3	0,2	18,7
Junho	53,0	18,5	9,0	18,0	1,0	11,7	1,2	10,9	8,6	13,8	5,9	10,6	11,6	11,0	8,8	11,5	0,1	16,6
Julho	61,4	18,1	9,8	18,0	0,8	14,3	0,6	7,8	4,9	9,6	4,7	9,2	8,3	9,0	9,5	11,1	0,0	17,0
Agosto	62,5	17,7	14,0	16,4	1,0	10,6	0,8	10,2	6,2	10,1	2,8	8,8	6,1	8,7	6,4	10,7	0,2	16,7
Setembro	43,6	16,3	15,2	14,5	2,1	10,2	2,7	12,2	14,6	13,8	6,5	10,2	8,3	9,2	6,9	10,4	0,1	14,8
Outubro	31,9	16,9	17,1	14,1	5,1	13,2	6,6	17,2	17,7	15,2	4,7	11,0	9,0	15,9	6,8	14,7	0,2	16,5
Novembro	26,4	20,8	14,8	15,5	7,6	13,2	11,6	18,3	17,6	18,0	4,7	16,3	9,7	18,0	7,2	19,6	0,2	19,1
Dezembro	22,1	21,9	13,7	16,3	11,1	15,0	13,7	18,0	17,1	19,2	5,7	18,6	11,6	21,7	4,7	20,3	0,1	20,2
Ano	39,6	19,1	12,2	16,1	4,7	14,2	6,3	17,5	13,1	16,9	5,8	14,2	10,7	15,7	7,6	15,2	0,1	18,3

Tabela 3.3 - Frequência e velocidade média do vento para a estação meteorológica de "Cabo da Roca" (IM, 2004).

	Frequência (%) e Velocidade Média V (km/h) para cada rumo																	Veloc. Média \bar{V} (km/h)
	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		Calma	
	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	C	
Janeiro	13,3	14,4	15,1	11,3	6,2	12,8	16,2	23,6	8,1	22,5	7,9	20,1	6,2	20,6	23,0	15,9	3,6	16,7
Fevereiro	11,9	13,7	16,4	13,8	6,1	15,9	14,4	23,2	7,7	29,5	10,3	23,6	7,0	25,2	25,0	17,6	1,2	18,0
Março	18,7	13,8	9,7	10,7	3,6	16,2	16,7	19,5	4,1	18,6	5,9	20,4	6,5	20,3	32,9	16,6	2,0	15,6
Abril	11,3	14,8	7,2	14,3	4,1	16,4	16,7	20,1	10,6	20,6	10,8	19,8	9,3	17,8	28,8	13,3	1,3	15,4
Maió	23,6	13,7	2,3	13,1	2,1	9,9	11,0	18,5	8,1	18,9	8,4	17,6	8,6	17,2	34,9	15,2	1,1	15,5
Junho	26,4	16,3	2,2	12,4	3,2	11,4	8,9	15,9	6,0	15,7	10,5	14,5	4,5	13,1	37,3	15,1	1,0	15,1
Julho	41,9	17,1	2,8	13,1	2,8	9,6	6,5	16,9	3,4	13,0	3,1	12,7	3,6	10,7	34,9	15,1	1,1	16,0
Agosto	42,9	17,8	3,7	13,8	1,0	8,1	7,0	15,1	4,2	13,1	3,7	14,0	4,4	9,9	31,7	18,2	0,7	17,1
Setembro	35,1	15,4	7,4	13,4	3,4	13,0	9,4	18,8	4,7	19,0	8,1	19,1	2,0	14,5	28,3	14,8	1,5	15,2
Outubro	27,2	14,4	7,8	13,1	4,5	18,6	15,7	19,2	10,9	18,5	5,5	15,8	3,7	22,7	22,4	14,8	2,3	14,8
Novembro	12,3	11,4	13,3	10,8	7,4	14,0	22,1	19,5	9,8	23,9	8,3	20,0	5,5	20,2	19,2	17,5	2,1	15,4
Dezembro	10,0	15,7	15,1	12,4	8,3	11,8	16,4	19,7	7,4	24,0	9,7	27,1	9,2	30,5	20,4	16,0	2,9	17,1
Ano	23,3	15,5	8,5	12,4	4,4	14,0	13,3	19,7	7,0	20,5	7,6	19,4	5,8	19,6	28,3	15,8	1,7	16,0

Relativamente á agitação marítima, esta profundamente ligada à erosão do litoral, em especial nas arribas, pela erosão do seu sopé, tem nesta costa um rumo dominante de NW.

A agitação marítima tem características diferentes em Portugal, nomeadamente na costa ocidental (da Foz do Rio Minho ao Cabo de São Vicente), e na costa sul (do Cabo de Sagres à foz do Rio Guadiana) de características mais suaves. A costa ocidental, da qual está inserida a área em causa, está exposta à ondulação gerada pelo Atlântico Norte, que faz com que as características da agitação não sejam apenas originadas pela ação do vento local, mas por componentes de geração mais distantes, formando, em geral, períodos e alturas de onda superiores aos esperados. A altura das ondas é superior a 1 metro durante cerca de 95% do ano e superior a 4 metros em 5% do ano (IM, 2004).

Relativamente à energia das ondas, esta tornou-se nos dias de hoje, num recurso de bastante potencial a explorar devido às características favoráveis da costa ocidental, nomeadamente a sua vasta extensão. Em especial a Norte do Cabo da Roca, entre Peniche e Nazaré, encontram-se as potências médias anuais maiores (40-25 kW/m), que vão decrescendo pelo sul da costa (Figura 3.2). A direção predominante das ondas varia entre os 270° (W) e os 330° (NNW) (Candelária e Pontes, 2008 adaptado de Aguiar *et al.*, 2003).

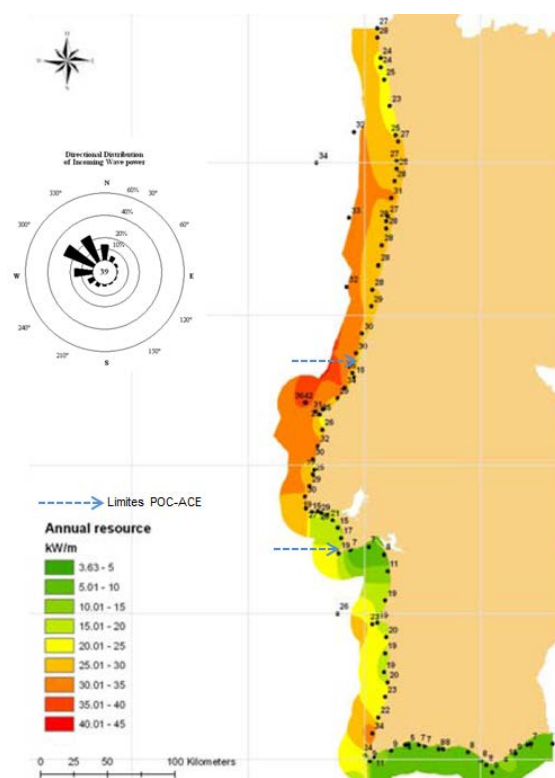


Figura 3.2 – Potência média das ondas no litoral continental Português (citado em Candelária e Pontes, 2008, adaptado de Aguiar *et al.*, 2003, dados de 1989-1999).

3.2 Fornecimento Sedimentar e Distribuição

Ao longo de 987 quilómetros de costa, Portugal apresenta uma grande diversidade de ambientes morfosedimentares onde se incluem as praias, arribas, estuários, lagoas e ilhas barreira (GTL, 2014a). De acordo com as características geomorfológicas e sedimentares, o GTL propõe uma divisão da costa continental por células homogêneas em termos sedimentares (e Tabela 9), sendo que a área em causa é abrangida pela subcélula sedimentar entre Cabo Mondego e Nazaré (1c) e pelas células sedimentares 2, 3 e 4, que são definidas pela Nazaré, Peniche, Cabo Raso e Cabo Espichel.

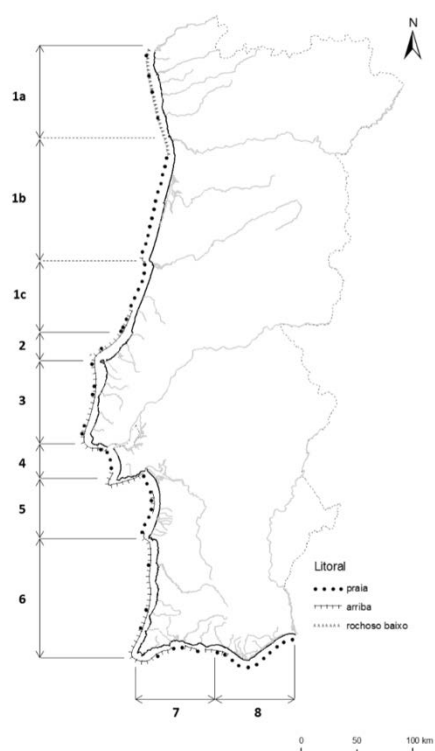


Tabela 9 - Localização das subcélulas e células sedimentares (GTL, 2014a).

Células e subcélulas sedimentares	Localização
subcélula sedimentar 1a	Foz do Rio Minho – Foz do Rio Douro
subcélula sedimentar 1b	Foz do Rio Douro – Cabo Mondego
subcélula sedimentar 1c	Cabo Mondego – Nazaré
célula sedimentar 2	Nazaré - Peniche
célula sedimentar 3	Peniche– Cabo Raso
célula sedimentar 4	Cabo Raso – Cabo Espichel
célula sedimentar 5	Cabo Espichel – Sines
célula sedimentar 6	Sines – Cabo São Vicente
célula sedimentar 7	Cabo São Vicente – Olhos de Água
célula sedimentar 8	Olhos de Água – foz do rio Guadiana

Figura 3.3- Mapa com as divisões das subcélulas e células sedimentares (GTL, 2014a).

Na costa portuguesa, o fornecimento sedimentar principal é através das linhas de água e da erosão da margem do mar e o seu transporte está relacionado com a agitação marítima dominante, que através da interação entre ondas, as variações do nível médio relativo do mar e o fornecimento sedimentar e respetivos sumidouros, explicam a evolução da posição da linha de costa (Figura 3.4) (GTL, 2014a).

As arribas intervêm também no fornecimento sedimentar quer através da ocorrência das instabilidades e consequentes movimentos de massa ou detritos provenientes da erosão no sopé ou subaérea.

A redução do fornecimento sedimentar, está associado à ação antrópica através da construção de barragens (retenção de mais de 80% dos volumes de areias que eram transportadas pelos rios) e pela extração de areias no domínio hídrico (GTL, 2014a).

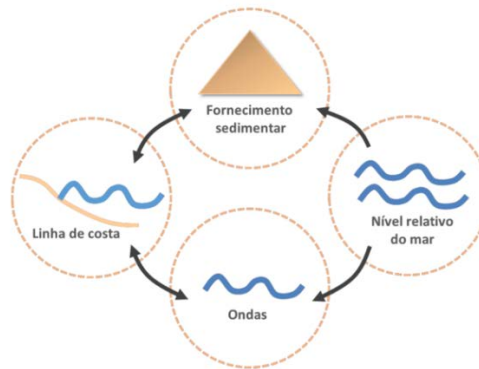


Figura 3.4 - Processos que condicionam a posição da linha de costa (GTL, 2014a).

O balanço sedimentar efetuado pelo GTL (2014a) por célula e subcélula nas últimas duas décadas (situação atual), para a área de estudo, é o seguinte:

- **Subcélula sedimentar 1c (Mondego-Nazaré):** nesta subcélula, os sedimentos transpõem o Cabo Mondego e são transportados para sul ao longo da praia de Buarcos até à Figueira da Foz, onde são retidos pelo molhe norte da barra de Mondego, aumentando assim esta praia. Esta barra provoca intensa erosão a sul, principalmente na Cova Gala, Lavos e Leirosa. O enorme volume sedimentar transportado nesta subcélula é capturado pelo canhão da Nazaré.
- **Célula sedimentar 2 (Nazaré-Peniche):** devido à orientação deste troço, perpendicular à direção da propagação médias das ondas, a deriva litoral é quase nula, no entanto, a variabilidade da direção das ondas, a deriva litoral com direção NE e SW geralmente apresentam elevada magnitude. O fornecimento sedimentar é pouco significativo ($10^4 \text{m}^3 \cdot \text{ano}^{-1}$), proveniente principalmente das arribas e do caudal sólido fluvial (Lira *et al.*, 2013; GTL, 2014). Os principais sumidouros são a Lagoa de Óbidos e o sistema dunar de Peniche.
- **Célula sedimentar 3 (Peniche-Cabo Raso):** nesta célula, a sua deriva potencial de $10^6 \text{m}^3 \cdot \text{ano}^{-1}$ é bastante superior à sua deriva real de $10^4 \text{m}^3 \cdot \text{ano}^{-1}$. Os fornecimentos sedimentares são principalmente as linhas de água, pois as arribas de natureza carbonatada são mais resistentes e de menor taxa de erosão. O principal sumidouro é o sistema dunar do Guincho, com uma magnitude idêntica à da deriva litoral, sendo por isso uma fronteira fechada. É uma célula com pouca influência antrópica.

- **Célula sedimentar 4 (Cabo Raso-Espichel):** O fornecimento sedimentar desta célula diminuiu face, e, sobretudo pela inativação do corredor eólico do Guincho, que antigamente e quando ativo alimentava esta célula, e as dragagens efetuadas no banco do Bugio e no canal da Barra. Sem esta influência antrópica a situação da célula seria de acreção e não de litoral em erosão, especialmente sentido nas praias da urbanização da Costa da Caparica.

3.3 Enquadramento Geomorfológico e Geológico

Relativamente às formas da superfície terrestre em questão (Figura 3.5), estas dividem-se do lado do leito pelo mar, praia ou plataforma de abrasão e do lado da margem pelas arribas, dunas, sistema duna-arriba ou por estrutura artificial. Estas diferentes morfologias dependem da dinâmica costeira em que estão sujeitas, dependendo de fatores como o forçamento oceanográfico (ondas, correntes, sobre elevação meteorológica e o nível médio do mar), os sedimentos, o contexto geomorfológico e a intervenção humana (GTL,2014a).



Figura 3.5 - Classificação da geomorfologia das unidades sobre o lado do leito e sobre o lado da margem da LMPMAVE, na área da APA, I.P./ ARH-Tejo. (Marques *et al.*, 2013).

- **Subcélula sedimentar 1c (Mondego-Nazaré):** troço orientado a NNE-SSW, a sul do Cabo Mondego a costa é talhada em arriba rochosa com plataforma de abrasão, passando para uma costa baixa arenosa até São Pedro de Moel. A Sul de São Pedro de Moel, a costa desenvolve-se em praias estreitas encaixadas em arribas até à urbanização da Nazaré.
- **Célula sedimentar 2 (Nazaré-Peniche):** o troço é orientado a NE-SW, sensivelmente perpendicular à direção de propagação média das ondas. Entre a Nazaré e a Lagoa de Óbidos/Foz do Arelho, a costa desenvolve-se por arribas com plataformas rochosas. Da Lagoa de Óbidos até Peniche o litoral é de praias estreitas.
- **Célula sedimentar 3 (Peniche-Cabo Raso):** troço orientado a N-S com arribas e praias arenosas.
- **Célula sedimentar 4 (Cabo Raso-Espichel):** troço orientado a E-W (Cabo raso - S. Julião da Barra) é formado por arribas de praias encaixadas de pequena dimensão. O troço a sul do Tejo, Almada-Espichel, orientado a N-S, é composto por um extenso litoral arenoso, com a presença de uma Arriba Fóssil que começa desde o aglomerado da Costa da Caparica até a Lagoa de Albufeira, continuando depois com o seu areal até à Praia das Bicas, em Sesimbra, aqui já composta, por arribas vivas carbonatadas, interrompidas por pequenas praias de areia e cascalho encaixadas até ao até ao Cabo Espichel.

a – Bacias; b – Orlas e Cadeias moderadamente deformadas;
c – Cadeias Alpinas; d – Soco Hercínico

59

A unidade da Orla Mesocenozóica Ocidental, abreviada por Orla Ocidental, durante o Mesozóico, instalou-se um fosso alongado na direção NNE-SSW, onde os sedimentos apresentam uma espessura máxima (Ferreira, 2000). As contribuições partiram, a Este, do Maciço Hespérico, e a W, de uma área continental, das quais as Berlengas são um restício. Este fosso, nas suas margens apresenta sedimentação nerítica, seguindo-se uma sedimentação recifal de espessura reduzida (500 a 1000 m), apresentando no eixo fácies mais espessas, por vezes pelágicas (Ferreira, 2000). Relativamente ao estilo tectónico, esta unidade é caracterizada pela presença de famílias de falhas de direções variáveis que em grande parte correspondem ao rejogo pós-hercínico da rede de fraturas tardi-hercínicas. Ao longo destes acidentes, a cobertura está fortemente deformada com dobras e falhas que delimitam os blocos, no interior dos quais a cobertura mantém um estilo sub-tubular. As principais direções de fracturação são: a N-S, que corresponde a deslocações submeridianas na margem W do Maciço Hespérico (falha de Coimbra); ENE-WSW, corresponde aos acidentes de direção bética (Lousã-Pombal-Nazaré, Serra d'Aire-Serra de Montejunto e Serra d'Arrábida), de idade miocénica superior; NNE-SSW, a direção predominante dos acidentes de tipo diapirítico (diapiros de Leiria, Matacães e Sesimbra) de idade provável entre o Dogger e o Miocénico; NW-SE, que é a orientação da fracturação secundária no interior dos blocos limitados pelos acidentes maiores; NNW-SSE, ao longo da qual se encontram alinhados os maciços anulares subvulcânicos (Sintra, Sines e Monchique) (Ferreira, 2000).

A bacia Tejo-Sado, os depósitos que a compõem provêm essencialmente por séries detríticas continentais de idade respetivamente paleogénico – neogénico e neogénica, com intercalações marinhas e salobras correspondentes aos máximos das transgressões miocénicas. A espessura pode atingir os 1400 metros. Na margem E, estas séries depositam-se diretamente sobre o soco, enquanto mais a para W elas aparecem sobre as formações do Mesozóico da Orla Ocidental. A bacia, apresenta sempre camadas sub-horizontais e as margens coincidem com falhas normais produto da subsidência da bacia, excepto na margem NW da do Tejo, ao longo da qual a cobertura mesozoica da Orla Ocidental cavalga o Cenozóico da bacia (Ferreira, 2000).

Relativamente às formações que caracterizam esta área, estas dividem-se sobretudo por rochas carbonatadas (principalmente do Jurássico) e pelas formações essencialmente compostas por arenitos e areias de origem continental, dominante do terciário (Ferreira, 2000).

A unidade da Orla Mesocenozóica Ocidental (abreviada por Orla Ocidental) é constituída pelas rochas formadas nos últimos 245 milhões de anos e predominam as rochas sedimentares e sedimentos não consolidados. Destacam-se as rochas detríticas terciárias e quaternárias (como areias, areias de duna, terraços e aluviões), assim como arenitos e calcários Cretácicos, e calcários do Jurássico (Ferreira, 2000).

A bacia Tejo-Sado Cenozóica, formada nos últimos 65 milhões de anos, dos quais predominam os sedimentos consolidados e não consolidados, transportados e acumulados pelos rios,

durante esse intervalo de tempo (Brilha, 2005). São predominantes, as formações quaternárias (aluviões e terraços) e formações terciárias, principalmente pliocénicas e miocénicas.

Através da consulta da Carta Geológica de Portugal, na escala de 1:500 000, foi possível obter um maior pormenor acerca das formações existentes na área de estudo, e dividiu-se a informação geológica pelos seguintes troços da orla costeira em estudo:

- Troço Cabo-Espichel – Costa de Caparica (Figura 3.7): começando, a Sul, pelo extremo do “Cabo Espichel” (Sesimbra) com a presença de rochas do Jurássico Superior como os calcários e margas do “Cabo Espichel”, encontrando também, arenitos, conglomerados e argilas (J^3_F). Logo de seguida, caminhando para Norte, encontram-se rochas do Cretácico, como os grés Superiores, de Regatão ou com calhaus de quartzo, os calcários com *Orbitolina*, com *Chofatella*, com corais ou ferruginosos, e as margas com *Toxaster* (C^1), e ainda, pelo andar designado como “Belasiano” (C^1_b). Depois dos terrenos do Cretácico, encontram-se as areias e calcários do Miocénico (M_L) que terminam com as dunas (d), areias (A), ambas do Holocénico, e pelas Camadas de Alfeite (P_{Af}). Desde a “Lagoa de Albufeira” (Sesimbra) até à “Costa de Caparica” (Almada), são encontrados os terraços, areias e cascalheiras do Plistocénico (Q), as Camadas de Alfeite (P_{Af}), as areias e calcários do Miocénico (M_L) e pelas dunas (d) do Quaternário.

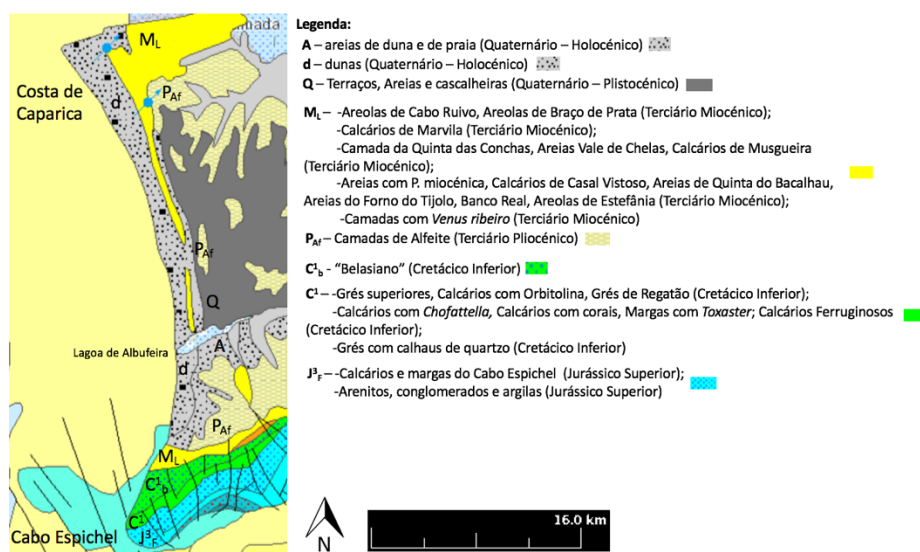


Figura 3.7 - Mapa Geológico do troço Cabo Espichel - Costa da Caparica (adaptado do serviço web map da IGEO (2016), da carta geológica de Portugal à escala 1:500000).

- Troço Carcavelos – Cabo Raso (Figura 3.8): em “Carcavelos” (Cascais), a Este deste troço, é composto no limite pelas areias e calcários do Miocénico (M_L), mas é essencialmente constituído por terrenos do Cretácico: pelo andar “Belasiano” (C^1_b), e pelos grés Superiores, de Regatão e com calhaus de quartzo, pelos calcários e margas (C^1) e pelo andar “Belasiano” (C^1_b), até ao “Cabo Raso” (Cascais).

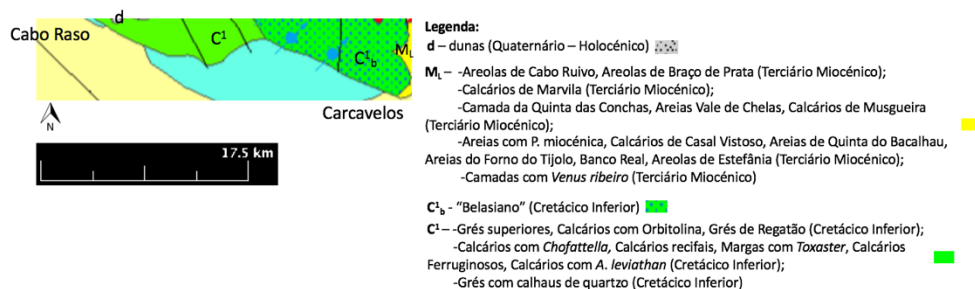


Figura 3.8 - Mapa Geológico do troço Carcavelos – Cabo Raso (adaptado do serviço web map da IGEO (2016), da carta geológica de Portugal à escala 1:500000).

- Troço Cabo Raso – Foz do Sizandro (Figura 3.9): é composto na zona do “Cabo Raso” (Cascais), a Sul, pelos terrenos do Cretácico do “Belasiano” (C_{1b}) e pelos Grés superiores, de Regatão e com calhaus de quartzo, pelos calcários e margas (C₁), e também por dunas (d). Depois, antes do “Cabo da Roca” (Sintra), encontram-se os Calcoxistos de Ramalhão (J³), do Jurássico. A zona do “Cabo da Roca”, é composta por rochas magmáticas intrusivas do Silúrico, Pós-Hercínicas, como os granitos (Y4), brechas vulcânicas (br), gabros e outras rochas básicas (Γ₃). Mais para o interior, no Parque Natural Sintra-Cascais encontram-se os argilitos, calcários e conglomerados do Complexo de Benfica (Φ_B), e também por filões e chaminés vulcânicas que se encontram um pouco por todo o troço. Imediatamente a Norte do “Cabo da Roca” (Sintra), encontram-se os Calcários de Farta-Pão com Anch. *Lusitanica* e os calcários e brechas recifais de Mem Martins (J^{3F}), do Jurássico Superior. Depois destas, até à “Foz do Sizandro” (Mafra), os terrenos são do Cretácico Inferior, compostos pelo andar “Belasiano” e pelos Grés superiores, de Regatão e com calhaus de quartzo, e calcários e margas (C₁).

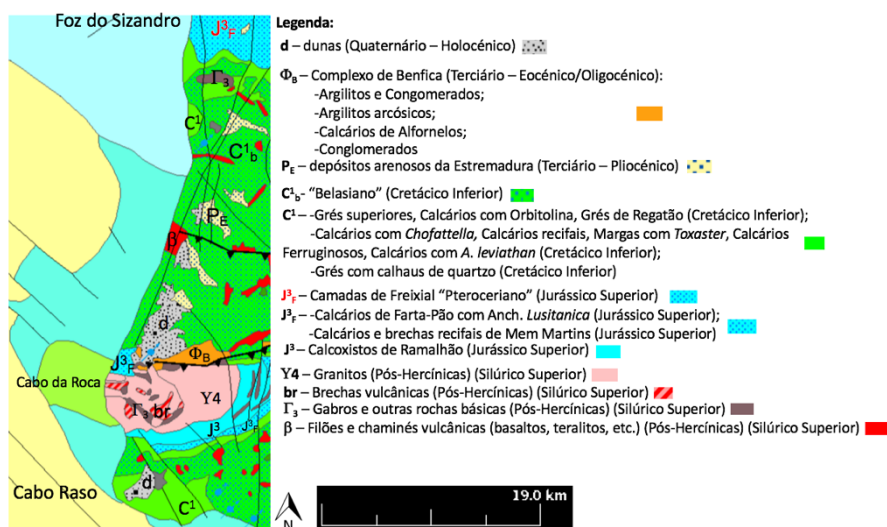


Figura 3.9 - Mapa Geológico do troço Cabo Raso – Foz do Sizandro (adaptado do serviço web map da IGEO (2016), da carta geológica de Portugal à escala 1:500000).

- Troço Foz do Sizandro – Areia Branca (Figura 3.10): na “Foz do Sizandro” (Mafra), encontram-se as Camadas de Freixial “Pteroceriano” (J^3_F), do Jurássico, e aluviões (a). Logo de seguida, na zona de “Santa Cruz” (Torres Vedras), encontram-se: terraços, areias e cascalheiras (Q); depósitos arenosos da Estremadura (P_E) do Plistocénico; grés, calcários e margas (C^1) e os grés superiores e inferiores de “Almargem” e de Torres Vedras, do Cretácico Inferior; do Jurássico, os calcários e margas de Peniche, bem como os dolomitos de Coimbra (J^1), e também por pelitos com evaporitos (Dagorda) e intercalações carbonatadas (TJ). Até à “Areia Branca” (Lourinhã) são constituintes: as Camadas de Alcobaça e Amaral, Margas de Abadia, Arcoses de Castanheira, calcários de Montejunto e de Cabaços (J^3). Na praia da “Areia Branca” são constituídos os aluviões (a) e os calcários e margas de Peniche, e os dolomitos de Coimbra do Jurássico (J^1).

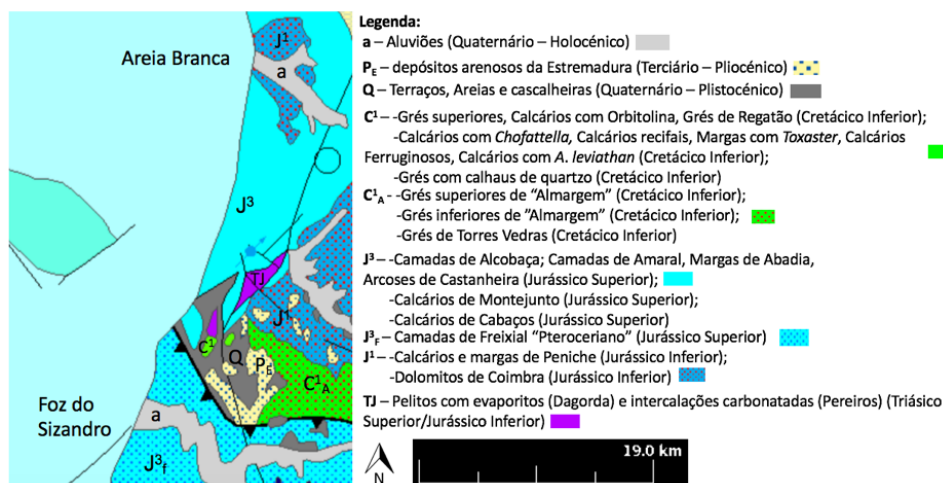


Figura 3.10 - Mapa Geológico do troço Foz do Sizandro – Areia Branca (adaptado do serviço web map da IGEO (2016), da carta geológica de Portugal à escala 1:500000).

- Troço Areia Branca – Foz do Arelho (Figura 3.11): desde a praia da “Areia Branca” (Lourinhã) até à área urbana de Peniche, encontram-se novamente as Camadas de Alcobaça e Amaral, Margas de Abadia, Arcoses de Castanheira, calcários de Montejunto e de Cabaços (J^3). A zona de Peniche é composta essencialmente por dunas, podendo encontrar também terraços, areias e cascalheiras (Q), Calcários de Cabo Mondego (J^2_a) e os calcários e margas de Peniche, e os dolomitos de Coimbra do Jurássico (J^1). Antes da urbanização da “Foz do Arelho” (Caldas da Rainha), esta, composta essencialmente por dunas, encontram-se os grés superiores de “Almargem” (C^1_A).

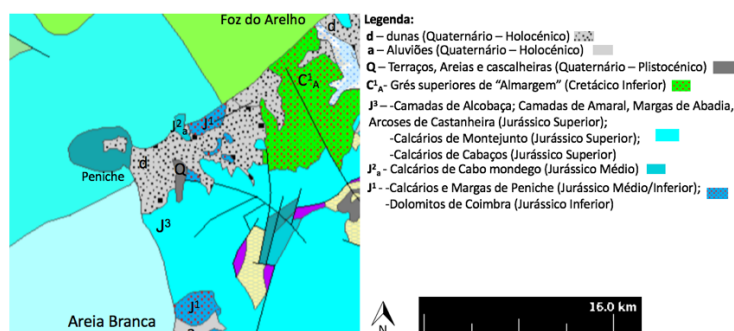


Figura 3.11 - Mapa Geológico do troço Areia Branca – Foz do Arelho (adaptado do serviço web map da IGEO (2016), da carta geológica de Portugal à escala 1:500000).

- Troço Foz do Arelho – Nazaré (Figura 3.12): a seguir à urbanização da “Foz do Arelho” (Caldas da Rainha) encontram-se as camadas de Alcobaça e de Amaral, as margas de Abadia e Arcoses de Castanheira, e os calcários de Montejuento e de Cabaços (J³). A seguir a estas, mais para o interior, encontram-se os pelitos com evaporitos (Dagorda) e intercalações carbonatadas (Pereiros) (TJ), os depósitos arenosos da Estremadura (P_E) e aluviões na zona de S. Martinho do Porto, que se estendem até as dunas que se encontram a Sul da urbanização da Nazaré.

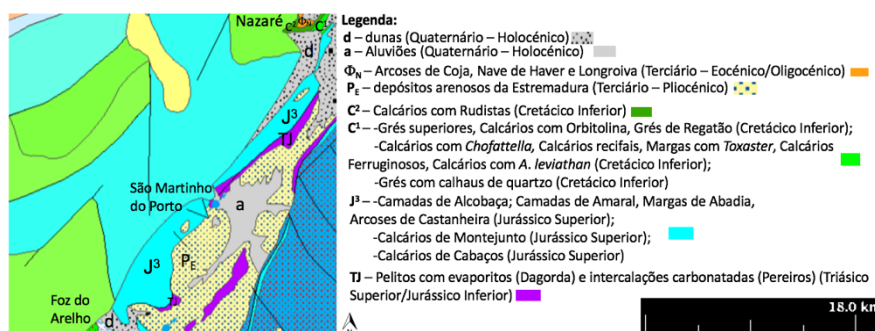


Figura 3.12 - Mapa Geológico do troço Foz do Arelho – Nazaré (adaptado do serviço web map da IGEO (2016), da carta geológica de Portugal à escala 1:500000).

- Troço Nazaré – Pedra do Ouro: na urbanização da “Nazaré”, esta contém rochas do Cretácico tais como os calcários com Rudistas (C²) e os grés superiores, com Orbitolina, de Regatão e com calhaus de quartzo, os calcários com *Chofattella*, recifais, ferruginosos e com *A. Leviathan* (C¹). Contém também, do Terciário, as Arcoses de Coja, Nave de Haver e Longroiva (Φ_N). Caminhando para Norte, também do Terciário, percorrem pela maioria deste troço a formação de Bom Sucesso (Φ_{BS}), que termina com os calcários rudistas (C²) do Cretácico, com os grés superiores de “Almargem” (C²) e pelos pelitos com evaporitos (Dagorda), e ainda pelas intercalações carbonatadas (Pereiros) (TJ). Depois destes, até à frente urbana da “Pedra do Ouro” (Alcobaça) é constituída por dunas (d), terminando com os calcários de Cabo Mondego (J²_a).

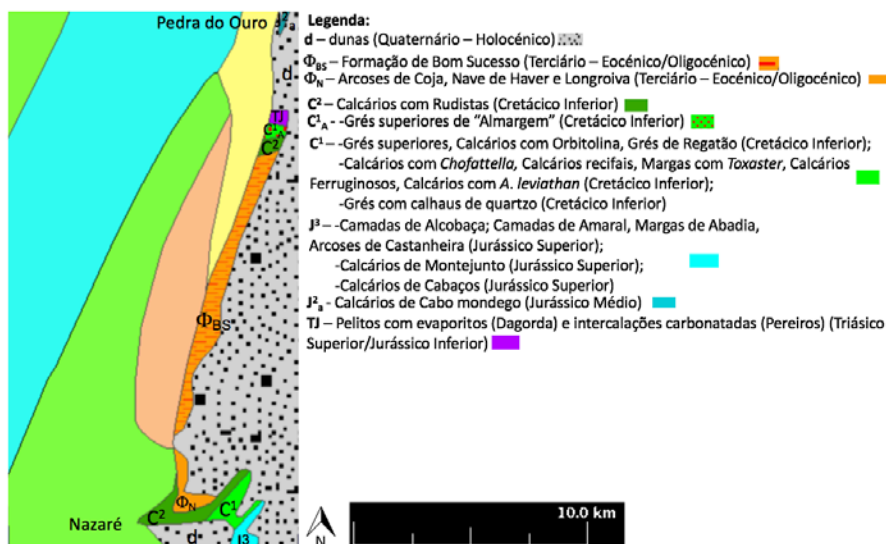


Figura 3.13 - Mapa Geológico do troço Nazaré – Pedra do Ouro (adaptado do serviço web map da IGEO (2016), da carta geológica de Portugal à escala 1:500000).

3.4 Enquadramento Climático

Portugal é caracterizado por um clima ameno, influenciado pela latitude, orografia e a sua proximidade com o oceano Atlântico, e onde, o efeito da corrente quente do Golfo e o anticiclone dos Açores dominam. As variáveis de temperatura e precipitação apresentam fortes gradientes norte-sul e oeste-este, bem como uma variabilidade sazonal muito acentuada (Figura 3.8) (Ferreira, 2000).

A variável de precipitação para a zona em causa, é mais alta com valores máximos de 1600 mm médios anuais (1931-1960) nas zonas de maiores altitudes, nomeadamente na Serra de Sintra e na Serra de Aire e Candeeiros.

Relativamente à temperatura, para esta zona verifica-se uma variação de 12,5º a 17,5º médios anuais (1931-1960), um aumento de temperatura na direção N-S e uma diminuição de temperatura verificada também quanto mais próximo do oceano.

Em cenários de alterações climáticas, Portugal denota nos últimos anos um aumento de intensidade e duração nos dias quentes e um decréscimo da precipitação anual e prevê-se, no âmbito do consórcio Europeu EC-Earth que Portugal se torne mais quente e mais seco (IPMA, 2015). Projeta-se para 2040 que a temperatura média anual subirá de 0,5º a 1,0º e que o aumento de temperatura deverá ser maior no sul e interior do que no Norte e litoral. Projeta-se que a precipitação média anual diminuirá cerca de 15% em 2040 e 30% até 2100 e que a diminuição da precipitação será mais acentuada na região Sul de Portugal (IPMA, 2015).

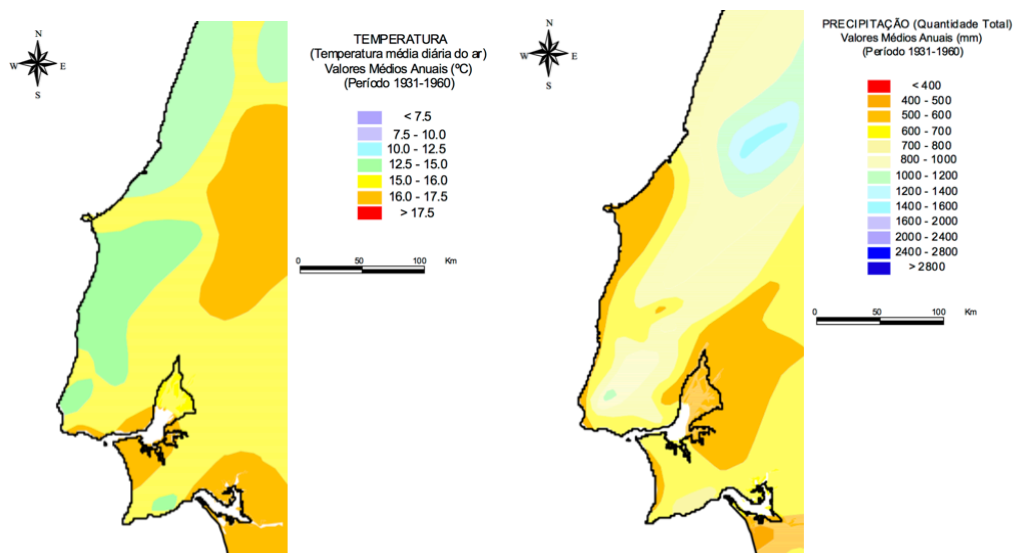


Figura 3.14 - Enquadramento Climático. Mapa da Precipitação e Temperatura para a área de estudo (Alcobaça-Espichel) (citado em Ferreira, 2000 adaptado de APA-Atlas Digital do Ambiente).

3.5 Relevo

Portugal apresenta altitudes mais altas quanto mais a norte e centro (Figura 3.9). No seu geral predominam as áreas de baixa altitude com mais de 70% do seu território abaixo dos 400 metros e menos de 12% acima dos 700 metros, contudo a sua repartição é feita de uma forma desigual entre o Norte e Sul (Ferreira, 2000).

Na área em questão, as cotas mais elevadas, atingem os 700 metros na Serra de Aire e Candeeiros, e altitudes de 400 metros na Serra de Sintra. As zonas mais baixas são as zonas adjacentes à linha de costa, e principalmente na zona do estuário do Tejo. Na plataforma continental é de referir os canhões submarinos da Nazaré, Lisboa e Setúbal, sendo que o da Nazaré, face à proximidade com a costa, tem importância determinante no quase integral desvio da deriva sedimentar costeira e que aflui da célula sedimentar a Norte da Nazaré.

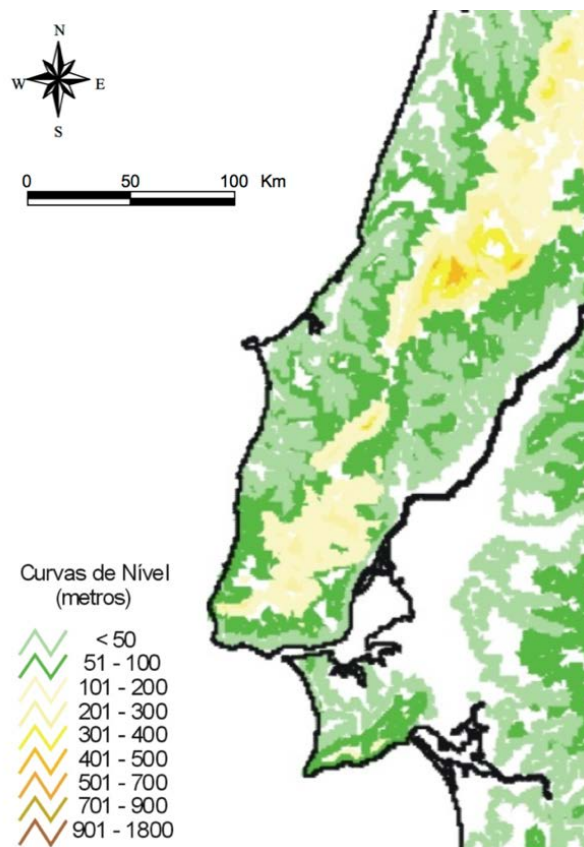


Figura 3.15 - Mapa hipsométrico (citado em Ferreira, 2000 adaptado de APA-Atlas Digital do Ambiente).

3.6 Áreas de Interesse

Relativamente às áreas protegidas e de interesse, o POC-ACE é abrangido por quatro Área Protegidas integradas na Rede Nacional de Áreas Protegidas: Reserva Natural das Berlengas, Parque Natural de Sintra- Cascais, Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa da Caparica e o Parque Natural da Arrábida.

Inclui oito áreas na rede Natura 2000, são eles: os sítios de importância comunitária (SIC) do Arquipélago da Berlenga, Peniche/Santa Cruz, Sintra-Cascais, Fernão Ferro/Lagoa de Albufeira e Arrábida/Espichel. Três Zonas de Proteção Especial: das Ilhas Berlengas, da Lagoa Pequena e do Cabo Espichel, um Sítio Ramsar (lagoa de Albufeira/lagoa Pequena) e uma reserva da biosfera (Arquipélago das Berlengas).

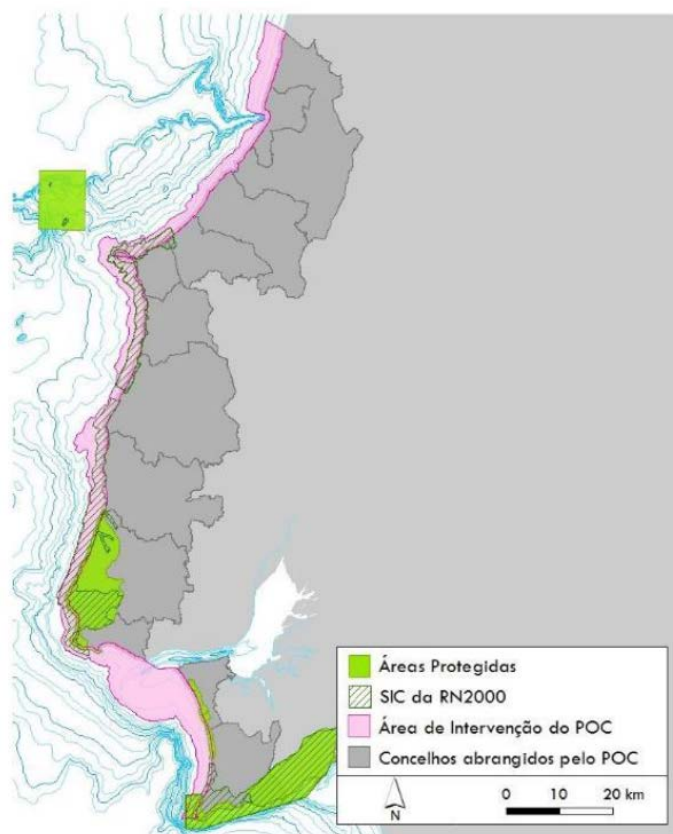


Figura 3.16 - Áreas de Interesse para a zona de estudo (APA, 2016).

3.7 Evolução Populacional

É de extrema relevância o papel dos aglomerados urbanos costeiros pelas pressões que exercem sobre os recursos existentes. Em especial, devido aos conflitos urbanos associados aos usos do solo e pela atratividade turística que o litoral proporciona, e que, em cenários de aumento da erosão no litoral, expõe cada vez mais as frentes urbanas ao risco dos fenómenos costeiros.

A Figura 3.11 evidencia, que o troço de maior desenvolvimento populacional e subsequente mais urbanizado é o de Cascais - São Julião da Barra, e o registo de maior aumento populacional corresponde às urbanizações de Carcavelos (80 - 100%), da Costa da Caparica (80 - 100%), Fonte Boa da Brincosa (80 - 100%) e Santa Cruz (100% ou superior). A faixa costeira do Oeste é caracterizada por aglomerados mais dispersos, embora com significativo grau de urbanização e relevância socioeconómica, salientando os casos de Peniche e Nazaré.

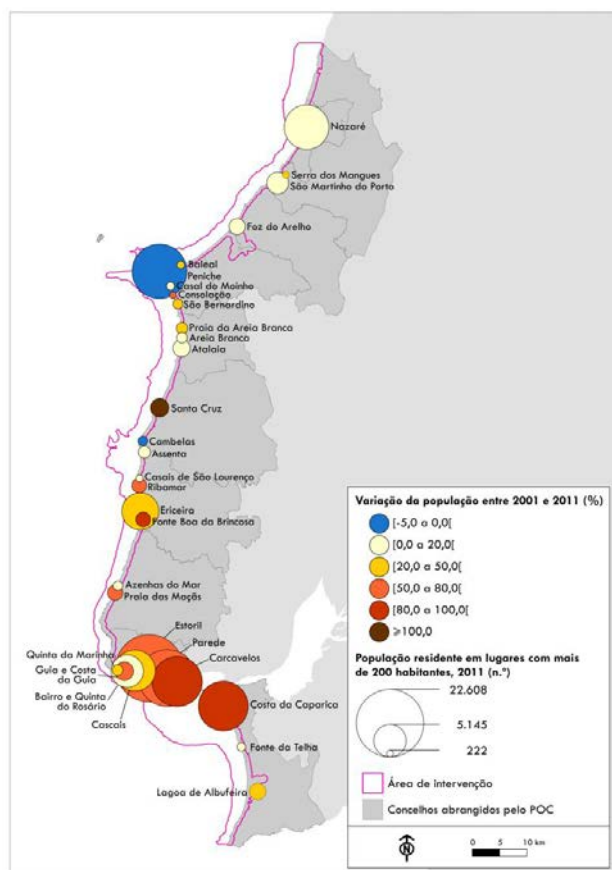


Figura 3.17 - Variação da população entre 2001 e 2011 (%) (APA, 2016).

A área de intervenção é também caracterizada por possuir algumas assimetrias, pois existem urbanizações mais desenvolvidas que servem como polos matrizes (Peniche, Nazaré, Cascais) e urbanizações menos desenvolvidas, dependentes do turismo associado, principalmente balnear, gerando problemas de sazonalidade e de residências secundárias (APA, 2016). O crescimento demográfico não ocorreu de forma uniforme para a área de intervenção, notando uma queda de população em Peniche (5%) e Cambelas (5%).

3.8 Enquadramento de Risco

Portugal, dada à sua posição geográfica, pelas suas características geológicas, atmosféricas e pela sua organização territorial, apresenta já de si vulnerabilidades assinaláveis em termos costeiros, salientando o défice sedimentar e erros urbanísticos do passado recente. Em cenários de alterações climáticas e consequente aumento dos fenómenos de erosão, acrescerá maior vulnerabilidade a perigosidades e consequente aumento dos riscos. No mapa da Figura 3.12, são apresentados, a uma escala muito pequena e sintética, a distribuição geográfica dos principais riscos nesta sub-região de acordo com o PNPOT.

Em especial, verifica-se através do PNPOT o perigo de maremoto ao longo do troço para Sul de Peniche, e troço denominado por “crítico de erosão litoral” nos troços São Pedro de Moel-Légua (Alcobaça) e no troço da urbanização da Costa da Caparica-Bicas. Esta informação deve ser lida no devido contexto, pois outras vulnerabilidades existirão se observadas a escalas maiores, sendo exemplo a tempestade “Hércules” no Inverno de 2014 que afetou zonas costeiras específicas neste troço, nomeadamente a “Costa da Caparica” e “Cascais”.

O risco sísmico também é bem real para a grande maioria da área de estudo, sendo este um agente relevante no desencadeamento de instabilidades nas arribas. Portugal neste campo, já experienciou um grande e devastador sismo (grau 9 na escala de Richter) seguido por um *tsunami* (ondas de cerca de 20 metros), de fortíssimo efeito, destruindo quase completamente Lisboa, em especial na zona da “Baixa”, em 1755. Este, que também influenciou e deu origem à planície litoral em que predominam as dunas adjacentes ao sopé da arriba fóssil da Costa da Caparica. Esta catástrofe deu-se muito devido à sua posição e proximidade associada à fronteira de placas, e, segundo os especialistas o seu território é considerado uma zona de sismicidade importante, sendo de probabilidade considerável que seja afetado por um novo sismo de grandes magnitudes como o de 1755.

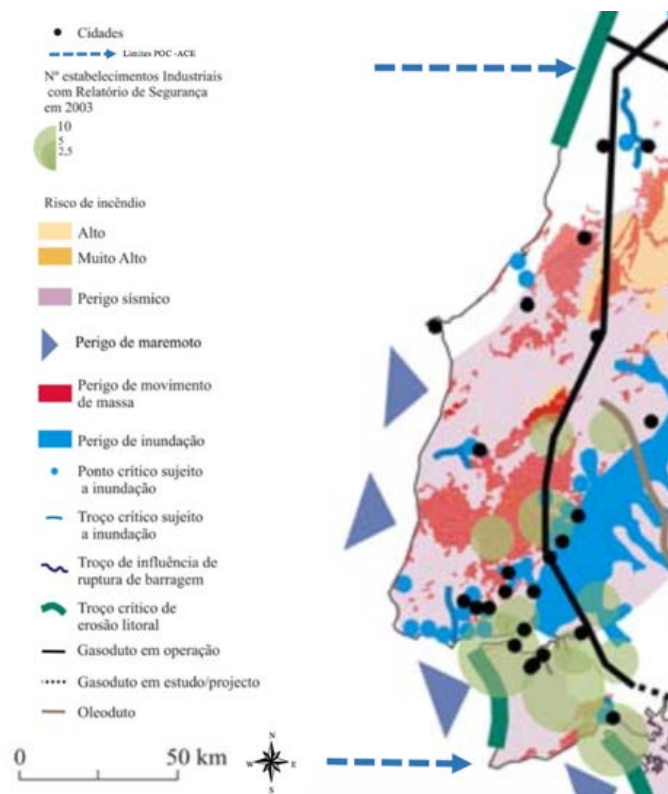


Figura 3.18 - Cartografia de risco para a área de intervenção (Alcobaça-Espichel) (PNPOT-Sumário, 2007).

4 Metodologia

Para atingir os objetivos do trabalho a metodologia abordada organizou-se segundo as etapas seguintes:

- **Pesquisa bibliográfica e recolha de informação:** a maioria da informação foi disponibilizada pelos orientadores, trabalhos e relatórios elaborados pela APA, e também pela pesquisa de artigos, de autores ou instituições que abordam as temáticas desta dissertação.
- **Identificação e localização do Risco:** através do *software ArcGIS* e *shapefiles* fornecidas pela APA, com as temáticas da suscetibilidade, instabilidades ocorridas e as faixas de risco, referentes ao POC-ACE, que complementadas com fotografias aéreas, ortofotomapa (SIARL, 2014) e *shapefiles* referentes aos edificadros (Cardona, 2014), permitiram o cruzamento destes dados para a sua interpretação.
- **Organização da informação adquirida e cálculo do “Índice de Risco”:** a informação registada da área de estudo foi organizada segundo as características do litoral de arriba que a pertencem (em “Anexo V”) e dos edificadros que se encontram nas Faixas de Risco/Salv guarda (no “Anexo VI”). Partindo da organização dos dados indicadores pôde-se efetuar o cálculo do “Índice de Risco” para as frentes urbanas consideradas, através de uma análise semi-quantitativa para uma simples priorização do risco por frente urbana em litoral de arriba.
- **Análise custo-benefício das estratégias de adaptação:** pretendeu-se analisar os custos e benefícios das diferentes opções de adaptação costeira (proteção, acomodação e realocação), aplicados para o caso de estudo da “Pedra do Ouro” (Alcobaça). Importou neste ponto considerar diferentes cenários relativos à erosão nas arribas e longevidade das obras de estabilização.
- **Proposta de ficha de aglomerado:** pretende demonstrar através de uma ficha (em Anexo II), os dados principais que indiquem os pontos críticos e fragilidades das questões do ordenamento territorial e a gestão urbana face ao risco costeiro associado às arribas. A ficha foi elaborada para o caso de estudo da “Pedra do Ouro”.

4.1 Identificação e Localização do Risco

Para a identificação e localização do risco abordou-se a metodologia de Julião *et al.* (2009), presente no “Guia Metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a construção de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal”. O esquema metodológico é representado na Figura 4.1.

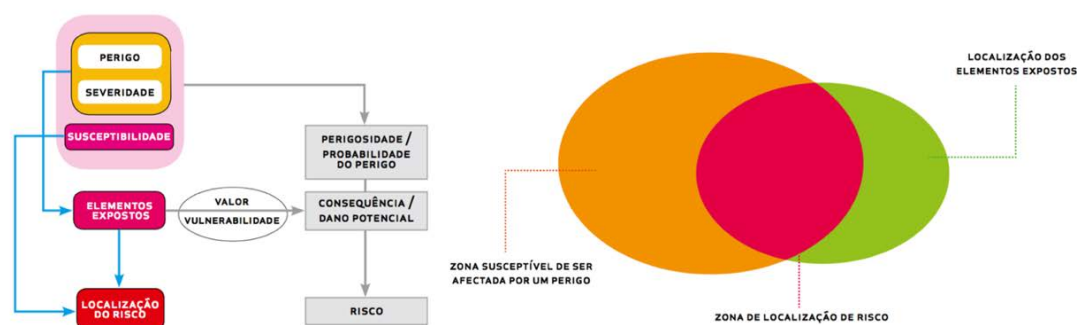


Figura 4.1 - Esquema metodológico de localização e identificação do risco, articulando os vários conceitos (Julião *et al.*, 2009).

Para o esquema metodológico acima identificado, foram utilizados os seguintes conceitos e definições, que se relacionam entre si, conforme a Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Enquadramento de Conceitos do Risco (adaptado de Julião *et al.*, 2009).

Conceito	Definição (Julião <i>et al.</i> , 2009)	Observação
Perigo	Processo ou ação (natural, tecnológico ou misto) suscetível de produzir perdas e danos.	O processo aplica-se à ação de recuo de arribas que põe em causa os bens expostos próximos do sopé e/ou na crista da arriba.
Severidade	Capacidade do processo ou ação para gerar danos, em função do seu potencial destruidor (através de parâmetros como a magnitude, intensidade, grau ou velocidade).	Grandeza física do evento independentemente das suas consequências (estas dependem da exposição).
Suscetibilidade	Representa a propensão para uma área ser afetada por um determinado perigo, em tempo indeterminado, sendo avaliada pelos fatores de predisposição para a ocorrência do processo ou ação, não contemplando o seu período de retorno ou a probabilidade de ocorrência.	Significa a aptidão de certa área ser afetada pelo perigo das instabilidades das arribas. Tem em conta as características do terreno (fatores de predisposição) que permitem a ocorrência das instabilidades.
Perigosidade	Probabilidade de ocorrência de um processo ou ação, com potencial destruidor de determinada severidade, numa dada área e num dado período de tempo.	Significa a probabilidade de ocorrência de instabilidades de arribas.
Exposição de elementos	População, propriedades, infraestruturas, atividades económicas, recursos naturais, expostos	Refere-se aos bens e população que se encontram em zona que poderá ser afetada

	e potencialmente afetáveis a um determinado perigo.	pelas instabilidades de arribas (zona de risco).
Vulnerabilidade	Grau de perda dos elementos expostos, devido à ocorrência de determinado perigo de certa severidade. Pressupõem a definição de funções ou matrizes de vulnerabilidade relativas a determinado perigo considerado.	Grau de perda dos bens que se encontram em zona de risco, relativa à ocorrência de instabilidades de arribas. O cálculo deste grau encontra-se demonstrado com mais detalhe no capítulo 4.2.2.
Valor dos Elementos Expostos	Valor monetário, ou estratégico dos elementos expostos. Corresponde ao seu custo de mercado, respetiva recuperação e estimativa das perdas económicas diretas e indiretas por cessação ou interrupção da atividade ou funcionalidade.	Custo associado aos elementos em zona de risco, relativa à ocorrência de instabilidades de arribas.
Consequência ou Dano potencial	Prejuízo ou perda expectável dos elementos expostos, em resultado da ocorrência de certo perigo de determinada severidade.	Refere-se ao prejuízo e perdas máximas expectáveis em caso de ocorrência das instabilidades em arribas. Considerou-se para este conceito, o número de edificações contidos em zona/faixa de risco.
Risco	Probabilidade de ocorrência de um processo ou evento perigoso e respetiva estimativa das suas consequências sobre pessoas, bens ou ambiente.	O risco aqui é a probabilidade de ocorrência de um processo ou evento perigoso (instabilidade nas arribas) e a respetiva estimativa das consequências sobre os elementos expostos (edificados). Abordou-se a metodologia de Costa <i>et al.</i> (2009), Brissos (2013) e Brissos <i>et al.</i> (2014), para o cálculo de um “Índice de Risco”, demonstrado no subcapítulo 4.2.

Através do recurso a *software ArcGIS* e com base nos dados do ortofotomapa de 2014 (SIARL, 2014) sobrepor a informação relativa: aos elementos expostos (que foram considerados apenas os edificados contidos em faixa de salvaguarda de litoral de arriba), à suscetibilidade das arribas (Marques *et al.* 2013b), às instabilidades ocorridas (Marques *et al.* 2013a), e às faixas de salvaguarda para litoral de arriba definidas pelo POC ACE (APA, 2016). A Figura 4.2 exemplifica a metodologia de localização do risco posta em prática.

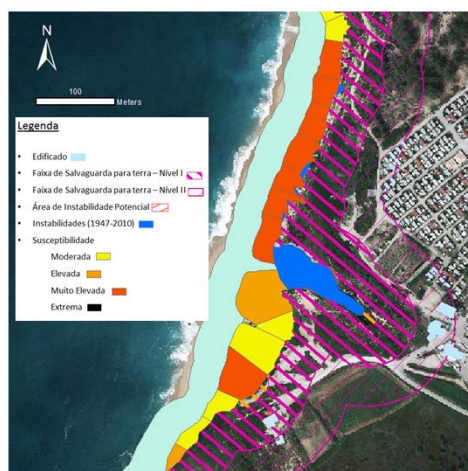


Figura 4.2 - Sobreposição dos elementos para análise e localização do risco (“Bicas” em Sesimbra).

Relativamente aos **elementos expostos**, interessou apenas analisar o edificado contido em faixa de risco/salvaguarda, e para tal, com base nos dados dos edificados trabalhados por Cardona (2014), complementando com fotografias aéreas oblíquas (SIARL, 2014), e informação geográfica do INE (referente aos censos de 2011), foi executada a atualização dos polígonos de edificado em ambiente *ArcGIS* ao longo da área de estudo para as frentes urbanas costeiras. As faixas de salvaguarda diferiram na sua definição ao longo da área de intervenção, mediante as características de suscetibilidade, e a sua definição para cada troço encontra-se em Anexo 8.1.

Na análise dos edificados contidos nas faixas de risco, para os casos em que a linha intersectou apenas uma porção do edificado, e, em caso de escolha entre duas faixas, considerou-se a faixa onde se encontra a maior parte da área do edificado. Os edificados encontrados na área de intervenção dividiram-se por tipologia em:

- Edificado de apoio/comercial: edificados com atividade comercial, de apoio balnear, recreação, lazer, industrial, comunicação, agricultura e marítimo (Fortes e Faróis).
- Edificado particular: predominantemente habitações.
- Edificado precário: de carácter geralmente frágil como são barracas e edifícios pré-fabricados.
- Edificado em degradação: ruínas, edifício sem utilização ou em condição muito precária.

Para a contabilização dos edificados contidos em faixa de risco não se consideraram as piscinas, campos de golf, vias de comunicação, parques de estacionamento, nem os edificados em degradação. Tal motivo, deveu-se, por apresentarem valores económicos menos significativos e, consequentemente menor valor de perda, em caso da ocorrência das instabilidades e recuos de arribas.

Relativamente à componente da **suscetibilidade**, foi utilizada a *shapefile* fornecida pela APA presente no relatório “Determinação e Cartografia da Perigosidade associada à ocorrência de fenómenos de instabilidade em arribas á escala regional “de Marques *et al.* (2013b), e para o seu cálculo os autores consideraram e os seguintes fatores:

- Altura média da arriba, obtida ao longo do alinhamento do limite superior;
- Declive máximo;
- Exposição; orientação principal da arriba;
- Curvatura em perfil: grau de curvatura do perfil transversal das arribas;
- Curvatura em planta: grau de curvatura do perfil paralelo às arribas;
- Litologia, organizada por complexos litológicos;
- Estrutura, relacionando a atitude de estratificação com o pendor da arriba, sendo “Normal” quando a inclinação das camadas é a 10º em qualquer direção, “Exterior” quando as camadas inclinam em direção ao exterior da arriba e de “Interior” quando as camadas inclinam em direção ao interior da arriba.

- Falhas, expressões significativas de acidentes geológicos, significando zonas de elevada ou baixa resistência, dependendo da erodibilidade do material e preenchimento;
- Filões, que transmitem elevada ou baixa resistência resultantes de intrusões/extrusões de massas ígneas;
- Proteções de sopé, por caracterização tipológica dos elementos que levam à dissipação energética da ondulação antes de atingir o sopé da arriba;
- Valores de fluxo energético longitudinal, provenientes de um regime de agitação marítima médio, calculados através de uma modelação em série longa.

Cruzando os elementos expostos, que neste caso se consideraram os edificad os contidos em faixa de salvaguarda, com a componente de suscetibilidade das arribas, obteve-se assim o edificado em risco, considerado por “frente urbana” ou “urbanização”. Na Figura 4.3, encontram-se identificadas as frentes urbanas de aglomerados, que serviram de base de trabalho para aplicação do método de avaliação do risco semi-quantitativa (em 4.2).

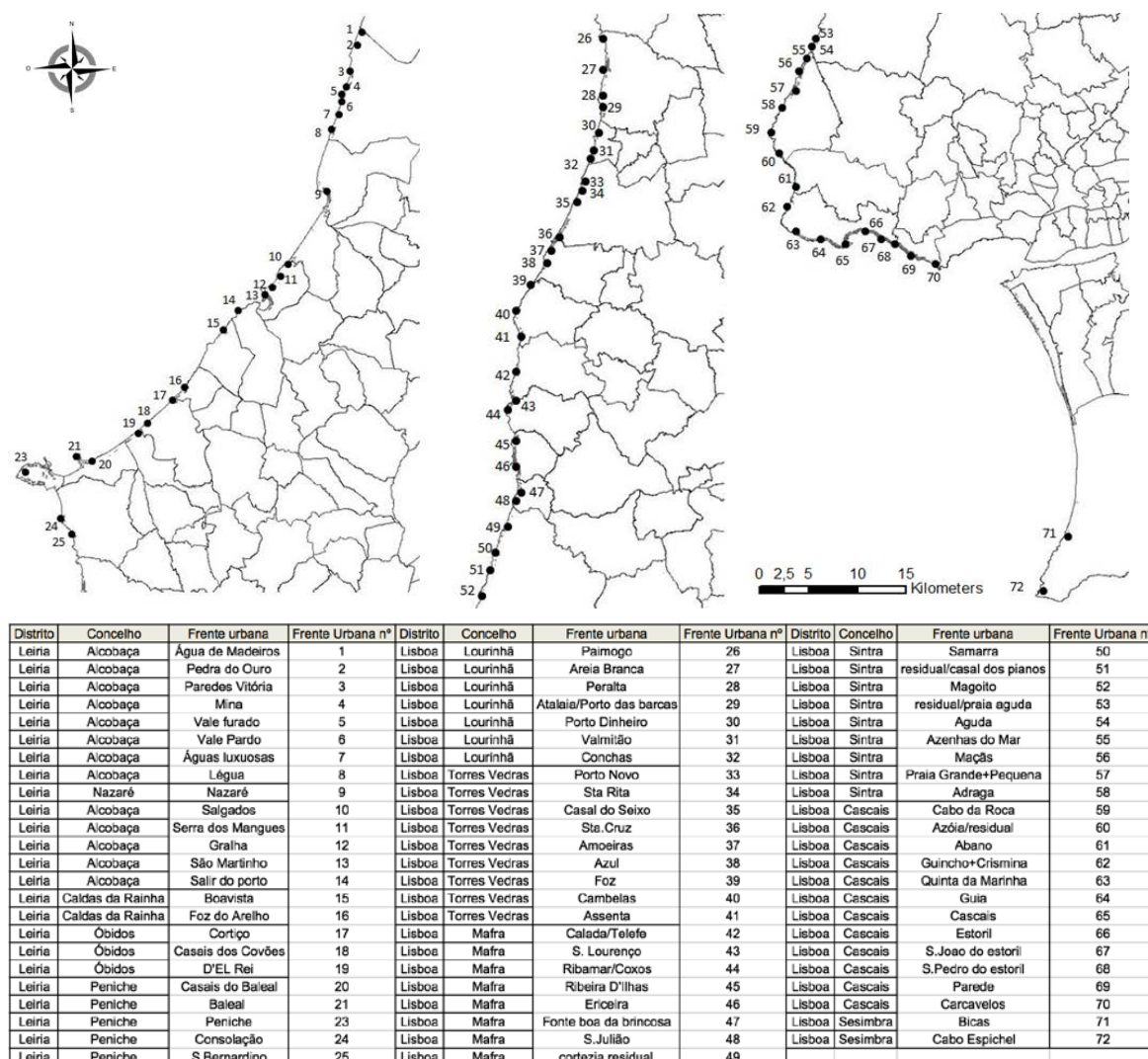


Figura 4.3 - Localizações consideradas em risco e as frentes urbanas respectivas.

Para esta análise da localização do risco e conseguinte avaliação, excluíram-se para análise da avaliação do risco as urbanizações “Fonte da Telha” e “Costa da Caparica” por conterem uma arribo não considerada “viva” ou “ativa”, a “Arribo Fóssil da Costa da Caparica”, e as ilhas “Berlengas”, por não conterem dados disponíveis com tratamento semelhantes aos restantes.

4.2 Avaliação e Índice de Risco

Para a avaliação e cálculo do índice de risco foi abordada a metodologia utilizada por Costa *et al.* (2009), Brissos (2013) e Brissos *et al.* (2014). Esta metodologia está associada à ocorrência de movimentos de terreno nas arribas rochosas presentes na orla costeira Portuguesa, obtida através de observações de campo e por documentação técnica (Figura 4.4). Brissos (2013) e Brissos *et al.* (2014) utilizam a metodologia para as arribas que modelam a orla costeira Alentejana entre Sines e a Zambujeira do Mar, assim como, em contexto semelhante, Costa *et al.* (2009) abordam a metodologia para as arribas do trecho litoral Cabo Espichel-Albarquel e que foi considerado na presente tese de dissertação.

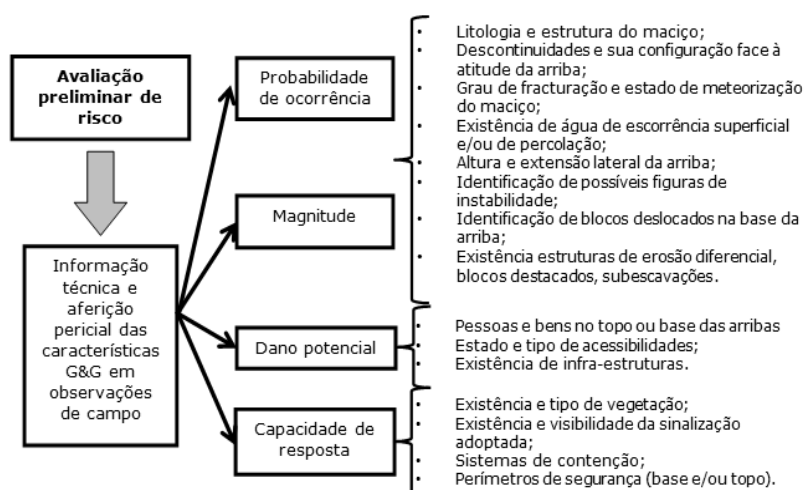


Figura 4.4 - Metodologia de risco para arribas para o troço Sines-Zambujeira do Mar. (Costa *et al.*, 2009, Brissos, 2013; Brissos *et al.*, 2014)

A metodologia consiste numa avaliação semi-quantitativa do risco, cujo objetivo é uma priorização simples do risco, através de uma categorização numérica dos termos da seguinte equação [2], que irá possibilitar o cálculo do designado “Índice de Risco” (Costa *et al.*, 2009, Brissos, 2013; Brissos *et al.*, 2014).

$$\text{Índice de Risco (IR)} = \frac{\text{Probabilidade de Ocorrência (PO)} \times \text{Magnitude (M)} \times \text{Dano Potencial (D)}}{\text{Capacidade de Resposta (C)}} \quad [2]$$

A probabilidade de Ocorrência (PO) multiplicada pela Magnitude (M) definem a **Perigosidade** e o quociente entre o Dano Potencial (D) com a Capacidade de Resposta (C) definem a

Vulnerabilidade. Cada parâmetro é categorizado na seguinte escala de significância (Tabela 4.2): “Não Significativa”, “Reduzida”, “Média”, “Elevada” e “Muito elevada” (Brissos, 2013).

Tabela 4.2 - Escala de Significância (Brissos, 2013).

Não Significativa	1	
Reduzida	2	
Média	3	
Elevada	4	
Muito Elevada	5	

Os parâmetros de perigosidade e vulnerabilidade, aplicados na equação [2], produzem um valor de risco associado ao perigo em análise. Os seus valores variam de 0,2 a 125, contudo foi recalculado para o intervalo de 0 a 1 para simplificação e definição de 5 classes de igual amplitude (Brissos, 2013).

Para a presente dissertação, a metodologia adotada foi adaptada da de Costa *et al.* (2009), Brissos (2013) e Brissos *et al.* (2014) de acordo aos dados referentes e devidamente organizados da área de estudo, não promovendo uma análise mais pormenorizada nas arribas mais desfavoráveis, visto incidir em especial nos edificadados que se encontram em zonas de risco em âmbito dos trabalhos preliminares do POC-ACE.

4.2.1 Perigosidade Aparente

Neste parâmetro a Perigosidade é denominada por “Perigosidade Aparente” uma vez que não foram realizados cálculos probabilísticos de ocorrência do evento, mas sim uma simples ponderação com base na consulta de informação disponibilizada e organizada, sendo por isso diferente do conceito proposto por Varnes (1984). Assim sendo, a ponderação aqui efetuada possui alguma subjetividade, mas de acordo Schubert (2004) (em Cândido, 2010) quando bem fundamentada, na área da geotecnia, é mais valorizada que por cálculos numéricos.

A ponderação da perigosidade foi baseada com base no produto dos seguintes fatores:

- **Probabilidade de Ocorrência (PO):** é baseada no tipo e características litológicas como também no grau de fracturação e meteorização da arriba que neste caso, baseados na informação adquirida e projetada em *ArcGIS*. Não corresponde a um cálculo probabilístico, mas de avaliação ponderal da possibilidade de ocorrência do fenómeno em causa (Brissos, 2013). Foram contabilizados para este parâmetro o tipo de litologia e a sua resistência, o número de instabilidades ocorridas, o número de falhas existentes e relacionando também com os níveis de suscetibilidade elaborados por Marques, *et al.* (2013b). Considerando assim como (Tabela 4.3): **1-Não Significativa**, de litologia resistente, caso não existam falhas ou instabilidades ocorridas e a suscetibilidade ser moderada ou inferior; **2-Reduzida**, de litologia resistente, caso existam uma falha ou instabilidade ocorrida e de

suscetibilidade moderada ou inferior; **3-Média**, litologia de resistência média, se existir mais do que uma falha e/ou instabilidade, e com suscetibilidade moderada; **4-Elevada**, de litologia branda, se existir mais do que uma falha e/ou instabilidade, e com suscetibilidade moderada a elevada; **5-Muito elevada**, de litologia branda, se existir mais do que uma falha e/ou instabilidade e com suscetibilidade média elevada a muito elevada.

Tabela 4.3 - Ponderação da Probabilidade de Ocorrência.

Probabilidade de Ocorrência	Valor	Suscetibilidade média	nº falhas e/ou nº instabilidades ocorridas	Rocha (resistência)	Rocha (tipo)
Não significativa	1	Moderada ou inferior	0	Resistente	Calcários, granitos, sienitos e doleritos
Reduzida	2	Moderada ou inferior	1	Resistente	Calcários, granitos, sienitos e doleritos
Média	3	Moderada	>1	Resistência média	Arenitos e conglomerados
Elevada	4	Moderada a Elevada	>1	Branda	Margas e argilas
Muito Elevada	5	Elevada a Muito elevada	>1	Branda	Margas e argilas

- **Magnitude (M):** que se refere à grandeza do evento perigoso que depende da altitude e declives da arriba, bem como vestígios de blocos e instabilidades (Brissos, 2013). Considerou-se, através do inventário das instabilidades, o recuo máximo relativo às instabilidades ocorridas, e a altura média das arribas em questão. Considerando como (Tabela 4.4): **1- Não significativa**, caso as arribas tenham menos que 5 metros e não haja ocorrência de recuos; **2- Reduzida**, caso as arribas tenham entre 5 a 10 metros e não haja ocorrência de recuos; **3-Média**, caso as arribas tenham menos de 10 metros e haja ocorrência de recuos menores que 10 metros; **4-Elevada**, caso as arribas tenham mais que 10 metros e que haja ocorrência de recuos menores que 10 metros; **5-Muito Elevada**, caso as arribas tenham mais de 20 metros e mais do que 10 metros de recuo.

Tabela 4.4 - Ponderação da Magnitude.

Magnitude	Valor	Altura média (m)	Recuo (m)
Não significativa	1	<5	0
Reduzida	2	5 a 10	0
Média	3	<10	<10
Elevada	4	>10	>10
Muito Elevada	5	>20	>10

É importante referir, que a Tabela 4.3 e a Tabela 4.4, correspondentes à ponderação da “Probabilidade de Ocorrência” e “Magnitude”, respetivamente, foram realizadas para auxílio da ponderação e adequadas aos dados obtidos relativos às características das arribas da área de estudo.

Posteriormente à ponderação dos fatores “Probabilidade de Ocorrência” e “Magnitude” aplica-se a seguinte matriz para cálculo do grau de significância da “Perigosidade Aparente”, presente na seguinte Tabela 4.5:

Tabela 4.5 - Matriz de Cálculo de Perigosidade Aparente e respectiva classificação (Brissos *et al.*, 2014).

P.Aparente	Probabilidade de Ocorrência				
Magnitude	1	2	3	4	5
1	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
2	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
3	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0
4	4,0	8,0	12,0	16,0	20,0
5	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0

Perigosidade Aparente	
Muito Elevada	[20;25]
Elevada	[15;20[
Média	[10;15[
Reduzida	[5;10[
Não Significativa	[0;5[

4.2.2 Vulnerabilidade

A vulnerabilidade é o resultado do quociente entre o “Dano Potencial” e a “Capacidade de resposta”.

- **Dano Potencial (D):** está associado às perdas possíveis máximas relativas ao evento perigoso. Neste caso, a ocorrência de instabilidades e movimentos de massa nas arribas e atribui-se prioridade especial aos edifícios (de qualquer tipo menos os de degradação) contidos em faixa de risco de litoral de arriba (incluindo as faixas de risco: arriba-mar, arriba-terra nível I e II e as áreas de instabilidade potencial). Foi considerada assim como (Tabela 4.6): **1-não significativo**, caso não haja nenhum edifício em faixa de salvaguarda; **2- reduzido**, caso haja de 1 a 2 edifícios; **3-médio**, caso haja de 3 a 9 edifícios; **4-elevado**, caso haja de 10 a 15 edifícios; **5- muito elevado**, caso existam mais de 15 edifícios.

Tabela 4.6 - Ponderação do Dano Potencial.

Dano Potencial	Valor	nº de edifícios em faixa de salvaguarda
Não significativa	1	0
Reduzida	2	1 a 2
Média	3	3 a 9
Elevada	4	10 a 15
Muito Elevada	5	>15

- **Capacidade de Resposta (C):** significa a resistência natural ou artificial à ocorrência do dano induzido pela ocorrência do determinado evento perigoso. Aqui observa-se a existência de vegetação, sistemas de estabilização e perímetros de segurança na base e/ou topo (Brissos, 2013). No presente caso optou-se por ponderar como: **1-não significativo**, caso não existam perímetros de segurança, vegetação suficiente e/ou estruturas de contenção, ou que haja estruturas de contenção que não se consideram eficazes a curto/médio prazo; **2- reduzido**, caso haja vegetação suficiente, perímetros de contenção ou estruturas de contenção que possam, a curto/médio prazo dar alguma resistência e estabilidade às arribas contidas na frente urbana.

Importa referir, também, que as ponderações da componente “Vulnerabilidade”, sobretudo a Tabela 4.6, para a ponderação do “Dano Potencial”, foi baseada segundo os dados obtidos relativos às características do grau de urbanização das frentes urbanas da área de estudo.

Posteriormente à ponderação dos fatores “Dano Potencial” e “Capacidade de Resposta” aplica-se a seguinte matriz para cálculo do grau de significância da “Vulnerabilidade”, presente na seguinte Tabela 4.7:

Tabela 4.7 - Matriz de Cálculo de Vulnerabilidade (Brissos *et al.*, 2014).

Vulnerabilidade	Capacidade de Resposta				
Dano Potencial	1	2	3	4	5
1	1,00	0,50	0,33	0,25	0,20
2	2,00	1,00	0,67	0,50	0,40
3	3,00	1,50	1,00	0,75	0,60
4	4,00	2,0	1,33	1,00	0,80
5	5,00	2,50	1,67	1,25	1,00

Vulnerabilidade	
Muito Elevada	[4;5]
Elevada	[3;4[
Média	[2;3[
Reduzida	[1;2[
Não Significativa	[0;1[

4.2.3 Índice de Risco

Para o cálculo dos valores do índice de risco, que variam num conjunto de valores possíveis entre 0,2 a 125, através da matriz presente na Tabela 4.8, estes valores foram recalculados para o intervalo de 0 a 1 para uma melhor percepção da significância dos valores de risco obtidos (Brissos, 2013).

Tabela 4.8 - Matriz de Cálculo do Índice de Risco e respectiva classificação (Brissos, 2013).

Índice de Risco (IR)	Perigosidade Aparente												
Vulnerabilidade	1	2	3	4	6	8	9	10	12	15	16	20	25
0,20	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
0,25	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05
0,33	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,07
0,40	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,08
0,50	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,08	0,10
0,67	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,05	0,05	0,06	0,08	0,09	0,11	0,13
0,75	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	0,15
0,80	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,08	0,10	0,10	0,13	0,16
1,00	0,01	0,02	0,02	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12	0,13	0,16	0,20
1,25	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,09	0,10	0,12	0,15	0,16	0,20	0,25
1,33	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,09	0,10	0,11	0,13	0,16	0,17	0,21	0,27
1,50	0,01	0,02	0,04	0,05	0,07	0,10	0,11	0,12	0,14	0,18	0,19	0,24	0,30
1,67	0,01	0,03	0,04	0,05	0,08	0,11	0,12	0,13	0,16	0,20	0,21	0,27	0,33
2,00	0,02	0,03	0,05	0,06	0,10	0,13	0,14	0,16	0,19	0,24	0,26	0,32	0,40
2,50	0,02	0,04	0,06	0,08	0,12	0,16	0,18	0,20	0,24	0,30	0,32	0,40	0,50
3,00	0,02	0,05	0,07	0,10	0,14	0,19	0,22	0,24	0,29	0,36	0,38	0,48	0,60
4,00	0,03	0,06	0,10	0,13	0,19	0,26	0,29	0,32	0,38	0,48	0,51	0,64	0,80
5,00	0,04	0,08	0,12	0,16	0,24	0,32	0,36	0,40	0,48	0,60	0,64	0,80	1,00

Índice de Risco (IR)	
Muito Elevado	[0,8;1,0]
Elevado	[0,6;0,8[
Médio	[0,4;0,6[
Reduzido	[0,2;0,4[
Não Significativo	[0;0,2[

4.3 Análise Custo Benefício – Pedra do Ouro

Por ser de interesse prioritário na defesa da população e bens, como também para minimizar os gastos económicos, a dissertação faz uma abordagem ao método da análise custo-benefício (ACB). Este método permite comparar as diferentes medidas de adaptação e melhor fundamentar a opção que favoreça a salvaguarda de pessoas e bens, mas também dos recursos naturais, tendo em conta os custos económicos associados.

Como já referido, o local de estudo para aplicação da ACB, foi a urbanização da “Pedra do Ouro” (Figura 4.5) pertencente ao concelho de Alcobaça, por ser uma frente urbana em expansão de edificado, com construções em zonas de risco, que pode indiciar erros de ordenamento e de gestão urbanística, ao que acresce o facto das arribas envolventes serem de rápido recuo e de suscetibilidade considerável, devido a um substrato de características calcárias e margosas.



Figura 4.5 - Frente Urbana da praia da Pedra do Ouro (SIARL, 2014).

Recentemente, no presente ano de 2016, já foram identificadas quatro derrocadas na frente urbana em causa e que reforçam o interesse deste caso de estudo, encontrando-se sinalizadas na Figura 4.6. Uma das derrocadas (nº 1), junto ao logradouro de uma residência privada evidencia o risco associado a esta frente urbana. Também recentemente, no final de Dezembro 2015, devidas às instabilidades recorrentes, a autarquia efetuou um trabalho de estabilização na arriba junto ao acesso à praia da Pedra do Ouro, tendo sido recorrido à solução de betão projetado com um pigmento aproximado da cor natural da paisagem envolvente (Figura 4.7).



Figura 4.6 - Instabilidades ocorridas no presente ano de 2016. (foto de enquadramento (no topo) e 3) fonte: SIARL, 2014).

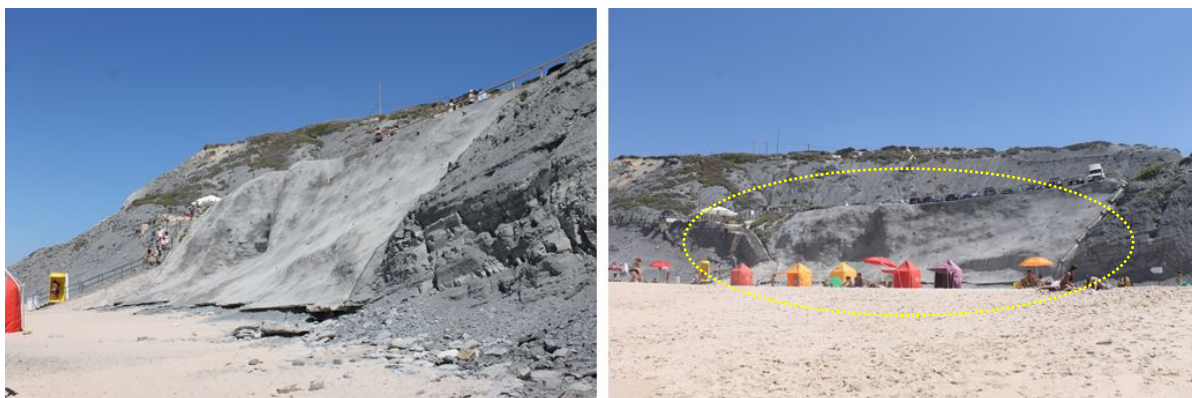


Figura 4.7 - Obra de betão projectado com pigmento aproximado da cor da paisagem natural envolvente, localizada na frente e junto ao acesso da Praia da Pedra do Ouro. (19/08/2016).

As medidas de adaptação a analisar são a acomodação, realocização e proteção e acrescentou-se ainda uma estratégia complementar, por segurança e reforço, da acomodação combinada com a proteção, sendo que o fator de comparação reside sobretudo entre os custos com uma eventual retirada versus custos de acomodação combinada com a proteção.

Tendo em conta a imprevisibilidade das instabilidades ocorrerão no futuro, aliado à falta de certezas da eficácia da obra de estabilização construída e que serve de exemplo, as análises das medidas de adaptação foram ponderadas a longo prazo, ou seja, para um horizonte de 100 anos. Considerando-se o ano de 2015 como ano base de referência, pretendendo-se assim ter uma projeção de valores de custos/benefícios e não uma previsão concreta, geralmente de difícil aplicação devido a falta de informação que existe ainda neste domínio.

4.3.1 Proteção

A estabilização das arribas da Pedra do Ouro, através da construção do betão projetado na frente de praia, tem o principal objetivo de proteger e refortalecer a vertente para evitar a ocorrência de instabilidades que possam por em causa a segurança das pessoas. Estima-se que esta intervenção teve o custo da ordem dos 137.455,05€ (informação obtida através da APA).

Uma vez que a informação relativa a custos deste tipo de obras nem sempre se encontra disponível ou tratada, assumiu-se que o custo desta obra de proteção ao longo do tempo será o custo de manutenção a aplicar por ano, onde se assumiu ser 20% do custo inicial da obra, multiplicado pela área da superfície da obra, utilizando uma inflação de preços de 3%.

Segundo Roebing *et al.* (2011), as obras de proteção costeira envolvem grandes custos de investimento, consideráveis custos de manutenção, e com um período de vida variável, mas que este autor considera ser, aproximadamente, de 50 anos. Contudo, em casos de estabilização em arribas, são vários os fatores que podem interferir no tempo de vida de uma obra. No caso da presente obra e, que passados 8 meses da sua conclusão, esta sofre já sofreu um desgaste no sopé significativo. Habitantes locais confirmam ainda que o mar, nas maiores marés, toca frequentemente no sopé da arriba, inclusive na da obra de betão projetado, pondo claramente em causa a integridade desta construção (Figura 4.8).



Figura 4.8 - Obra de betão projectado na praia da Pedra do Ouro, com cavidades e detritos no sopé da arriba de margas calcárias (19/08/2016).

Com base no observado no local, conforme a Figura 4.8, existem fortes indícios de que no projeto de conceção desta obra não foi considerado a natural flutuação do nível de praia, o que muito possivelmente poderá ser causa para a sua rápida deterioração caso os níveis de praia se mantenham abaixo do sopé da obra e o mar continue a alcançar a sua base.

Também, usando como exemplo da Figura 4.9, o aglomerado de “São Pedro de Moel”, a 3,5 km a Norte da “Pedra do Ouro”, demonstra as características abrasivas da costa e níveis de degradação consideráveis da obra de proteção instalada. Neste caso, volvidos cerca de 2 anos da sua primeira instalação, uma defesa frontal no sopé da arriba, apresenta já significativas alterações estruturais o que indica uma rápida tendência de degradação desta obra. A esta situação, não será alheio o facto de entre estas duas datas ter ocorrido um Inverno severo, no qual ocorreu a tempestade “Hércules” entre Janeiro e Março de 2014.



Figura 4.9 – Situação da obra de proteção no sopé da arriba em “São Pedro de Moel” de Novembro de 2012 para Dezembro de 2014 (SIARL, 2014).

Com base nos exemplos acima referidos (Figura 4.8 e Figura 4.9), é fácil intuir a dificuldade que é com rigor estimar custos a médio e longo prazo, e que se cada obra tivesse um historial do seu comportamento e intervenções ao longo do seu período de vida, esta constituiria uma fonte de informação preciosa para fundamentar a estratégia de adaptação através de análises custo-benefício, nomeadamente para a medida de proteção.

Ainda, presente no Relatório “Gestão da zona costeira - O desafio da mudança” (GTL, 2014a), é apresentado um caso de uma obra de defesa costeira em Espinho, do qual parece existir

uma tendência de reinvestimento de um valor quase equivalente à sua reconstrução de 10 em 10 anos (Figura 4.10).

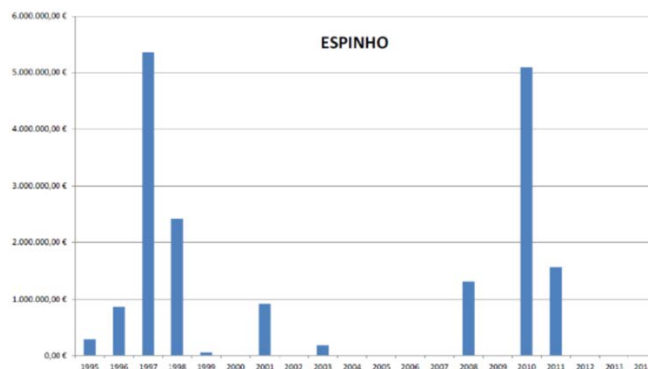


Figura 4.10 – Investimentos em defesa costeira no concelho de Espinho. (Seixas, 2014, citado por GTL, 2014a).

Foi considerado assim, para a obra do caso de estudo dois períodos de vida útil da obra, de 10 e 25 anos, e quando termina o período de vida útil considerou-se a aplicação de um novo investimento igual ao inicial, acrescentando custos de demolição (adquiridos no *website* CYPE Ingenieros, S.A.) e aplicando também uma taxa de inflação de custos anualmente de 3%.

Para além dos tempos de vida útil da obra supostos, consideraram-se também dois cenários para esta estratégia (Figura 4.11):

- **Cenário 1:** usando a obra existente construída em frente à Praia da Pedra do Ouro com uma área de superfície aproximada de 816 m² (65m de comprimento por 12m de altura).
- **Cenário 2:** supondo o mesmo tipo de obra construído para toda a frente urbana da Pedra do Ouro para uma área de superfície, cerca de nove vezes superior à do cenário 1, de 7500 m² (500m de comprimento por 15m de altura).



Figura 4.11 - Cenários para a estratégia de proteção (ortofotomapa (2014) fornecido pela APA, I.P.).

4.3.2 Acomodação

Para esta estratégia, considerou-se que o custo de acomodação seria 15% do custo de construção de um edifício para o concelho de Alcobaça, assim como o número de edifícios e área de ocupação se mantivessem iguais ao longo do tempo. Considerou-se que os trabalhos de acomodação se realizam de 25 em 25 anos e com uma inflação de 3% por ano.

Os custos de um edifício do tipo “habitacional”, para o concelho de Alcobaça foram adquiridos através da Portaria n.º 353/2013, nos termos e efeitos do Decreto-Lei n.º 13/86, de 23 de Janeiro (alterado pelo DL n.º 329-A/2000, de 22 de Dezembro). Por metro quadrado de área útil, o custo de um edifício para Alcobaça (Zona III) corresponde a 634,41€, que multiplicados pela área útil de um edifício resultam o preço de construção de edifício.

Na Pedra do Ouro o edifício contido nas faixas de salvaguarda é do tipo particular (edifícios residenciais) e edifícios de apoio comerciais e balneares.

Calculou-se a área útil dos edifícios, multiplicando a área superficial pelo número de andares, através de imagens oblíquas disponibilizadas pela APA e através de visita ao local.

4.3.3 Acomodação e Proteção

Considerou-se ainda uma estratégia mista, mais completa que possa aumentar a resiliência da frente urbana. Mantendo a manutenção da obra de defesa nas arribas acrescentando a acomodação nas infraestruturas e edifício, diminui o risco presente das instabilidades em arribas que possam ocorrer bem como a diminuição do risco de erosão e galgamentos.

4.3.4 Relocalização

Para esta medida foi utilizado o valor de construção por metro quadrado já utilizado na estratégia anterior para a “Acomodação” (4.3.2), acrescentando os custos de demolição.

Os custos de demolição foram adquiridos no *website* CYPE Ingenieros, S.A., e optou-se pelos custos de demolição completa de um edifício, que tem em consideração o número de pisos, a altura acima e abaixo da rasante, a área da superfície total, o tipo de estrutura a demolir, o estado de conservação, o tipo de demolição e o tipo de edifício (se isolado, geminado ou em banda). A remoção do entulho é incluída na demolição para aterro autorizado.

Para a Pedra do Ouro, considerou-se que os edifícios a demolir, presentes em faixa de risco, apenas envolvem edifícios com pisos acima da rasante, com cerca de 3 metros cada piso, com um e dois pisos no máximo. Os edifícios particulares consideraram-se isolados,

construídos em betão e de estado normal, com a opção de demolição do tipo com escavadora rotativa sobre correntes com tesoura, técnica mais global para este tipo de edifícios. Para os edifícios de apoio (comercial e balnear) o seu custo de demolição foi considerado para estruturas de madeira com meios manuais e de motosserra.

4.4 Fichas de Caracterização de Frente Costeira

Pretendeu-se ainda com a realização da presente dissertação propor uma ficha de caracterização para frentes urbanas costeiras, neste caso para o caso da frente urbana da Pedra do Ouro já referida anteriormente pela análise de custo-benefício.

A ficha refere as características da frente urbana relativas aos usos instalados como também as características das arribas que a envolvem. Pretende ser uma ficha de fácil perceção e diagnóstico, que transmita as principais fragilidades a ter em atenção.

A frente urbana da pedra do Ouro como já referido é um caso exemplar face ao processo de ocupação recente a que foi sujeito e ser contíguo a uma arriba que denota grande dinamismo.

Posto isto, para a caracterização da frente urbana foram analisados e incluídos os seguintes pontos:

- Número de ficha de aglomerado: por nº do POC (de Norte a Sul), nº do Concelho e nº do aglomerado/frente urbana costeira (POC 3: Alcobaça-Cabo Espichel; Concelho 1: Alcobaça; Aglomerado 2: Pedra do Ouro);
- Enquadramento Geográfico;
- Enquadramento Geológico e Geomorfológico;
- Características das arribas: altura (mínima, média e máxima), declive (médio, máximo), exposição (quadrante), proteção de sopé, obras de estabilização da arriba e instabilidades;
- Classificação do Risco: perigosidade aparente, vulnerabilidade e índice de risco;
- Número, tipo, área, e distância à crista, dos edifícios contidos nas faixas de salvaguarda de arribas definidas pelo POC ACE;
- Edifício em zona de margem;
- Evolução e expansão da urbanização.

5 Resultados

5.1 Avaliação do Risco

A metodologia aplicada para as frentes urbanas consideradas tal como se referiu, foi efetuada com base em ponderações com o objetivo de verificar as frentes que se devem ter mais em atenção dado ao seu índice de risco. Apresenta-se na Tabela 5.1, por ordem decrescente do índice de risco, acompanhado por um mapa (Figura 5.1) apresentando o grau de risco pelas frentes analisadas.

Tabela 5.1 - Índice e grau de risco por frente urbana do POC-ACE.

Concelho	Frente urbana	Frente Urbana nº	Perigosidade A.	Vulnerabilidade	Índice de Risco	Grau de Risco
Sesimbra	Bicas	71	20	5	0,8	Muito Elevado
Alcobaça	Pedra do Ouro	2	20	5	0,8	Muito Elevado
Alcobaça	Mina	4	20	5	0,8	Muito Elevado
Alcobaça	Vale Furado	5	20	5	0,8	Muito Elevado
Caldas da Rainha	Boavista	15	20	5	0,8	Muito Elevado
Lourinhã	Valmitão	31	20	5	0,8	Muito Elevado
Nazaré	Nazaré	9	20	5	0,8	Muito Elevado
Alcobaça	Água de Madeiros	1	16	5	0,64	Elevado
Torres Vedras	Assenta	41	25	3	0,6	Elevado
Alcobaça	Salgados	10	16	5	0,64	Elevado
Alcobaça	Gralha	12	20	4	0,64	Elevado
Lourinhã	Areia Branca	27	16	5	0,64	Elevado
Mafra	S. Lourenço	43	16	5	0,64	Elevado
Torres Vedras	Cambelas	40	25	3	0,6	Elevado
Peniche	S. Bernardino	25	16	4	0,51	Médio
Mafra	S. Julião	48	16	4	0,51	Médio
Cascais	Guincho+Crismina	62	16	4	0,51	Médio
Alcobaça	Vale Pardo	6	20	3	0,48	Médio
Alcobaça	Légua	8	12	5	0,48	Médio
Alcobaça	Serra dos Mangues	11	20	3	0,48	Médio
Alcobaça	Salir do porto	14	20	3	0,48	Médio
Caldas da Rainha	Foz do Arelho	16	12	5	0,48	Médio
Óbidos	Cortiço	17	20	3	0,48	Médio
Óbidos	Casais dos Covões	18	20	3	0,48	Médio
Óbidos	D'EL Rei	19	20	3	0,48	Médio
Peniche	Casais do Baleal	20	20	3	0,48	Médio
Peniche	Peniche	23	12	5	0,48	Médio
Lourinhã	Paimogo	26	20	3	0,48	Médio

Tabela 5.1 – Índice e grau de risco por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Concelho	Frente urbana	Frente Urbana nº	Perigosidade A.	Vulnerabilidade	Índice de Risco	Grau de Risco
Torres Vedras	Santa Rita	34	20	3	0,48	Médio
Mafra	Calada/Telefe	42	20	3	0,48	Médio
Sintra	Magoito	52	12	5	0,48	Médio
Sintra	Cabo da Roca	59	15	4	0,48	Médio
Sesimbra	Cabo Espichel	72	20	3	0,48	Médio
Alcobaça	São Martinho	13	20	2,5	0,4	Médio
Torres Vedras	Santa.Cruz	36	20	2,5	0,4	Médio
Torres Vedras	Amoeiras	37	16	3	0,38	Reduzido
Mafra	Ribamar/Coxos	44	16	3	0,38	Reduzido
Mafra	(residual) Cortezia	49	12	4	0,38	Reduzido
Peniche	Baleal	21	9	5	0,36	Reduzido
Peniche	Consolação	24	16	2,5	0,32	Reduzido
Torres Vedras	Porto Novo	33	16	2,5	0,32	Reduzido
Mafra	Ericeira	46	16	2,5	0,32	Reduzido
Alcobaça	Águas luxuosas	7	12	3	0,29	Reduzido
Torres Vedras	Azul	38	12	3	0,29	Reduzido
Torres Vedras	Foz	39	12	3	0,29	Reduzido
Mafra	Fonte Boa da Brincosa	47	12	3	0,29	Reduzido
Sintra	Samarra	50	12	3	0,29	Reduzido
Sintra	(residual)casal dos pianos	51	12	3	0,29	Reduzido
Cascais	(residual)Azóia	60	12	3	0,29	Reduzido
Lourinhã	Atalaia/Porto das barcas	29	16	2	0,26	Reduzido
Lourinhã	Porto Dinheiro	30	16	2	0,26	Reduzido
Torres Vedras	Casal do Seixo	35	16	2	0,26	Reduzido
Mafra	Ribeira D'Iilhas	45	16	2	0,26	Reduzido
Cascais	Quinta da Marinha	63	16	2	0,26	Reduzido
Sintra	Azenhas do Mar	55	12	2,5	0,24	Reduzido
Sintra	Praia Grande+Pequena	57	12	2,5	0,24	Reduzido
Sintra	Adraga	58	15	2	0,24	Reduzido
Alcobaça	Paredes Vitória	3	9	3	0,22	Reduzido
Lourinhã	Peralta	28	12	2	0,19	Não Significativo
Lourinhã	Conchas	32	12	2	0,19	Não Significativo
Sintra	(residual)Praia da aguda	53	12	2	0,19	Não Significativo
Sintra	Aguda	54	12	2	0,19	Não Significativo
Cascais	Abano	61	12	2	0,19	Não Significativo
Sintra	Maçãs	56	9	2,5	0,18	Não Significativo
Cascais	Estoril	66	9	2,5	0,18	Não Significativo
Cascais	S.João do Estoril	67	9	2,5	0,18	Não Significativo
Cascais	Guia	64	9	2	0,14	Não Significativo
Cascais	Cascais	65	6	2,5	0,12	Não Significativo
Cascais	S.Pedro do Estoril	68	9	1,5	0,11	Não Significativo
Cascais	Parede	69	15	1,5	0,11	Não Significativo
Cascais	Carcavelos	70	6	1	0,05	Não Significativo

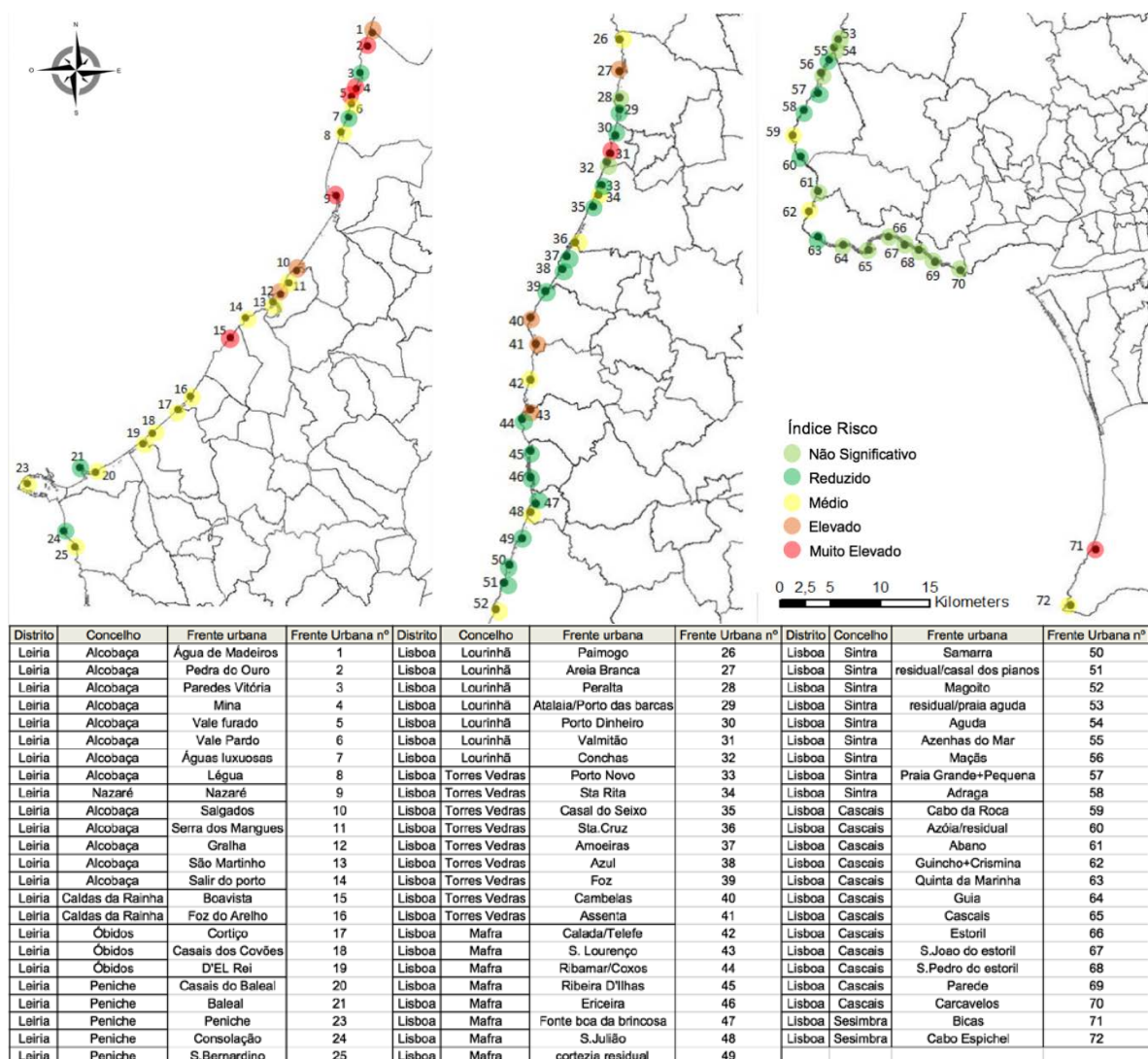


Figura 5.1 - Mapa de Risco das frentes urbanas costeiras do POC-ACE.

Com base nesta análise verifica-se a existência de: 7 frentes urbanas de risco “**Muito Elevado**”, 7 de risco “**Elevado**”, 21 de risco “**Médio**”; 23 de risco “**Reduzido**” e de 13 de risco “**Não significativo**”.

De seguida, irão ser comentadas as frentes urbanas de risco mais elevado para validação desta metodologia. Relativamente à capacidade de resposta para estas frentes, considerou-se não existir nenhuma intervenção eficaz na mitigação do risco

• Grau de Risco: Muito Elevado

Começando, pela frente urbana costeira das “**Bicas/Praia das Bicas**” (nº71; Distrito: Lisboa; Concelho: Sesimbra) (Figura 5.2), relativamente à sua perigosidade aparente, é considerada Muito Elevada. Possui arribas altas e muito inclinadas (altitude média: 37 m; declive médio: 75°), com vários blocos de grandes dimensões no sopé das mesmas, ponderando assim a

magnitude de valor máximo (5). A probabilidade de ocorrência “Elevada” (4), devido ao facto da presença de uma falha e de possuir um número elevado, de 8 instabilidades datadas entre 1947-2010, com um recuo máximo registado de 150 m e de 4000 m², e por ser uma arriba composta por rochas brandas, nomeadamente arenitos argilosos, margas, areias e calcarenitos. Relativamente à sua vulnerabilidade, esta não apresenta qualquer obra de defesa da arriba e a sua proteção contra de sopé consiste na praia. Apresenta um número elevado de edifícios em faixa de risco, no total 24 edifícios dos quais cerca de 90% são “bungalows” pertencentes ao parque de campismo “Campimeco”. Embora o valor destes edifícios seja menor que os edifícios comuns de habitação, considerou-se que a sua ocupação é maioritariamente sazonal, contudo o recuo de arribas poderá dar-se também no verão, dada a imprevisibilidade das suas instabilidades, considerando assim que representa um elevado risco para as infraestruturas e pessoas que frequentam este parque de campismo.



Figura 5.2 - Edifícios em risco (a vermelho) na Praia das Bicas (Sesimbra) (fotografia oblíqua: SIARL, 2014).

As frentes “**Pedra do Ouro**”, “**Mina**” e “**Vale Furado**” (nº2, 4 e 5, respetivamente; Distrito: Leiria; Concelho: Alcobaça) (Figura 5.3, Figura 5.4 e Figura 5.5) são frentes de elevada perigosidade aparente, constituídas por margas calcárias, arenitos argilosos e conglomerados, cujas características são propícias a fácil erodibilidade, são altas e inclinadas, variando entre os 30-54 m de altura média e declives entre os 27º-65º. Apresentam também, dadas às suas características físicas, recorrentes instabilidades, nomeadamente as que se registaram recentemente na frente escolhida para caso de estudo, a “Pedra do Ouro”. Nesta frente, verificou-se a existência de uma obra de proteção que se considerou de praticamente sem efeito para responder ao risco que apresenta para a frente urbana, pois a sua zona de incidência é quase exclusivamente no estacionamento e do acesso à praia. Este troço, é caracterizado por um contínuo edifício em faixa de risco de litoral de arriba. Apresentam no total das três frentes, 113 edifícios, dos quais cerca de 95% correspondem a habitações privadas (residenciais), e as restantes são edifícios com fim comercial ou apoios de praia,

representando assim uma elevada vulnerabilidade que aliada a uma perigosidade considerável representam um enorme risco para os edificados particulares.



Figura 5.3 - Edificados em risco (a vermelho) na frente urbana “Mina” (Alcobaça) (fotografia oblíqua: SIARL, 2014).



Figura 5.4 – Edificados em risco (a vermelho) em “Vale Furado” (Alcobaça) (fotografia oblíqua: SIARL, 2014).



Figura 5.5 – Edificados em risco (a vermelho) na “Pedra do Ouro” (Alcobaça) (fotografia oblíqua: SIARL, 2014).

A cerca de 8,3 km para Sul, encontra-se a urbanização da “**Nazaré**” (nº9; Distrito: Leiria; Concelho: Nazaré) (Figura 5.6) considerada também de risco “muito elevado”. Esta apresenta uma altura média com cerca de 97 m e um declive médio de 76°. Entre 1947-2010 estão registadas 7 instabilidades com um recuo máximo de 5 m e de área desestabilizada de 60 m². As suas arribas são constituídas por calcários, de suscetibilidade moderada e de perigosidade aparente considerada muito elevada. O seu ponto crítico é o facto de apresentar 236 edifícios em faixa de risco de litoral de arriba, significando uma vulnerabilidade que representa elevados custos económicos e possível número elevado de pessoas em risco. Cerca de 98% dos edifícios são residências particulares, dos quais 45% se encontram em área de instabilidade potencial. Não foram identificadas obras de proteção nestas arribas.



Figura 5.6 – Edifícios em risco (a vermelho) na “Nazaré” (fotografia oblíqua: SIARL, 2014).

Pouco a Norte da frente da “Foz do Arelho”, a cerca de 8 km, encontra-se uma pequena urbanização que se denomina por “**Boavista/Casais da Boavista**” (nº15; Distrito: Leiria; Concelho: Caldas da Rainha) (Figura 5.7) constituída por arribas altas, de altura média de 71,4 metros e de declives médio de 26° e máximo de 77°. Apresenta uma falha, e cinco instabilidades registadas (1947-2010, APA), com recuo máximo de 8 metros. É constituída por arenitos, margas, argilitos e siltitos com níveis de arenitos, sendo a sua litologia de baixa a média resistência de características em geral brandas. Apresenta uma vulnerabilidade elevada devido à presença de 17 edifícios em faixa de risco, dos quais apenas um não é uma habitação privada, mas um edifício de apoio de comunicação. Não foi encontrada nenhuma obra de intervenção da arriba e considerou-se estas edificações de risco “Muito Elevado”.



Figura 5.7 – Edificados em risco (a vermelho) em “Boavista” (Caldas da Rainha) (fotografia oblíqua: SIARL, 2014).

Já no distrito de Lisboa, a frente urbana “**Valmitão**” (nº31; Distrito: Lisboa; Concelho: Lourinhã) (Figura 5.8), as arribas que a constituem apresentam uma altura média de 34,5 metros e declive médio de 42°. Tem no seu registo 9 instabilidades (1947-2010, APA), de recuo máximo de 8 m e área desmobilizada de 1161 m². É constituída por arenitos grosseiros caulíníticos e argilitos e é considerada de perigosidade muito elevada. Apresenta contido nas faixas de risco 15 edificados, dos quais 13 são para habitação, um de apoio balnear e outro de apoio para agricultura. Face à sua elevada probabilidade de ocorrências e possuir um número elevado de elementos expostos considerou-se esta urbanização de risco muito elevado.



Figura 5.8 – Edificados em risco (a vermelho) em “Valmitão” (Lourinhã) (fotografia oblíqua: SIARL, 2014).

Para as restantes frentes urbanas, os critérios e ponderações podem ser consultados em detalhe em “Anexo 8.7”.

5.2 Custos das Estratégias de Adaptação – Pedra do Ouro

Os custos das estratégias de adaptação (protecção, acomodação, protecção combinada com acomodação e realocização), para a frente urbana da “Pedra do Ouro” foram divididos em dois cenários para um longo prazo (100 anos). Os custos das estratégias de protecção para os cenários 1 e 2 encontram-se em “Anexo 8.3” e os de acomodação e realocização, iguais em ambos, em “Anexo 8.4”.

5.2.1 Cenário 1

Para o cenário 1, para a obra de protecção na arriba financiada pela Câmara Municipal de Alcobaça, os custos acumulados das diferentes estratégias, considerando um tempo de vida útil da obra de **10 anos** encontram-se na seguinte Tabela 5.2, e em gráfico na Figura 5.10.

Tabela 5.2 - Custos Acumulados das estratégias de adaptação para o Cenário 1, para 10 anos de vida útil da obra.

	Protecção	Acomodação	Protecção+Acomodação	Relocalização
Anos	Custos acumulados			
2015	137.455 €	779.498 €	916.953 €	5.269.659 €
2020	287.787 €	779.498 €	1.067.285 €	5.269.659 €
2025	619.435 €	779.498 €	1.398.933 €	5.269.659 €
2030	769.767 €	779.498 €	1.549.265 €	5.269.659 €
2035	1.175.335 €	779.498 €	1.954.834 €	5.269.659 €
2040	1.325.667 €	2.143.620 €	3.469.288 €	5.269.659 €
2045	1.827.333 €	2.143.620 €	3.970.953 €	5.269.659 €
2050	1.977.665 €	2.143.620 €	4.121.285 €	5.269.659 €
2055	2.604.256 €	2.143.620 €	4.747.877 €	5.269.659 €
2060	2.754.588 €	2.143.620 €	4.898.209 €	5.269.659 €
2065	3.543.584 €	4.530.834 €	8.074.417 €	5.269.659 €
2070	3.693.916 €	4.530.834 €	8.224.749 €	5.269.659 €
2075	4.694.036 €	4.530.834 €	9.224.870 €	5.269.659 €
2080	4.844.368 €	4.530.834 €	9.375.202 €	5.269.659 €
2085	6.118.951 €	4.530.834 €	10.649.784 €	5.269.659 €
2090	6.269.283 €	8.708.458 €	14.977.740 €	5.269.659 €
2095	7.900.667 €	8.708.458 €	16.609.124 €	5.269.659 €
2100	8.050.999 €	8.708.458 €	16.759.456 €	5.269.659 €
2105	10.146.224 €	8.708.458 €	18.854.682 €	5.269.659 €
2110	10.296.556 €	8.708.458 €	19.005.014 €	5.269.659 €
2115	12.994.776 €	16.019.299 €	29.014.075 €	5.269.659 €

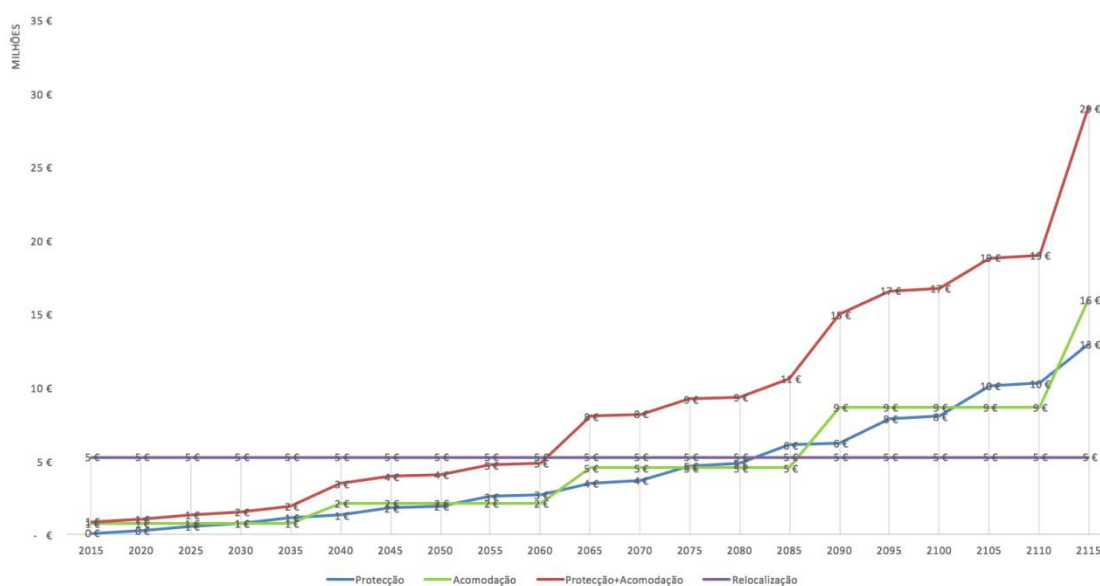


Figura 5.9 - Custos Acumulados das estratégias de adaptação para o Cenário 1, para 10 anos de vida útil da obra.

Para o mesmo cenário as estratégias de adaptação com um tempo de vida útil da obra de **25 anos**, são apresentados na seguinte Tabela 5.3 e gráfico respetivo (Figura 5.11).

Tabela 5.3 - Custos Acumulados das estratégias de adaptação para o Cenário 1, para 25 anos de vida útil da obra.

	Protecção	Acomodação	Protecção+acomodação	Relocalização
Anos	Custos acumulados			
2015	137.455 €	779.498 €	916.953 €	5.269.659 €
2020	287.787 €	779.498 €	1.067.285 €	5.269.659 €
2025	462.063 €	779.498 €	1.241.562 €	5.269.659 €
2030	664.097 €	779.498 €	1.443.595 €	5.269.659 €
2035	898.310 €	779.498 €	1.677.808 €	5.269.659 €
2040	1.373.847 €	2.143.620 €	3.517.467 €	5.269.659 €
2045	1.524.179 €	2.143.620 €	3.667.799 €	5.269.659 €
2050	1.698.455 €	2.143.620 €	3.842.075 €	5.269.659 €
2055	1.900.489 €	2.143.620 €	4.044.109 €	5.269.659 €
2060	2.134.701 €	2.143.620 €	4.278.322 €	5.269.659 €
2065	2.827.459 €	4.530.834 €	7.358.292 €	5.269.659 €
2070	2.977.791 €	4.530.834 €	7.508.625 €	5.269.659 €
2075	3.152.067 €	4.530.834 €	7.682.901 €	5.269.659 €
2080	3.354.101 €	4.530.834 €	7.884.934 €	5.269.659 €
2085	3.588.313 €	4.530.834 €	8.119.147 €	5.269.659 €
2090	4.661.205 €	8.708.458 €	13.369.663 €	5.269.659 €
2095	4.811.538 €	8.708.458 €	13.519.995 €	5.269.659 €
2100	4.985.814 €	8.708.458 €	13.694.271 €	5.269.659 €
2105	5.187.847 €	8.708.458 €	13.896.305 €	5.269.659 €
2110	5.422.060 €	8.708.458 €	14.130.518 €	5.269.659 €
2115	7.160.189 €	16.019.299 €	23.179.488 €	5.269.659 €

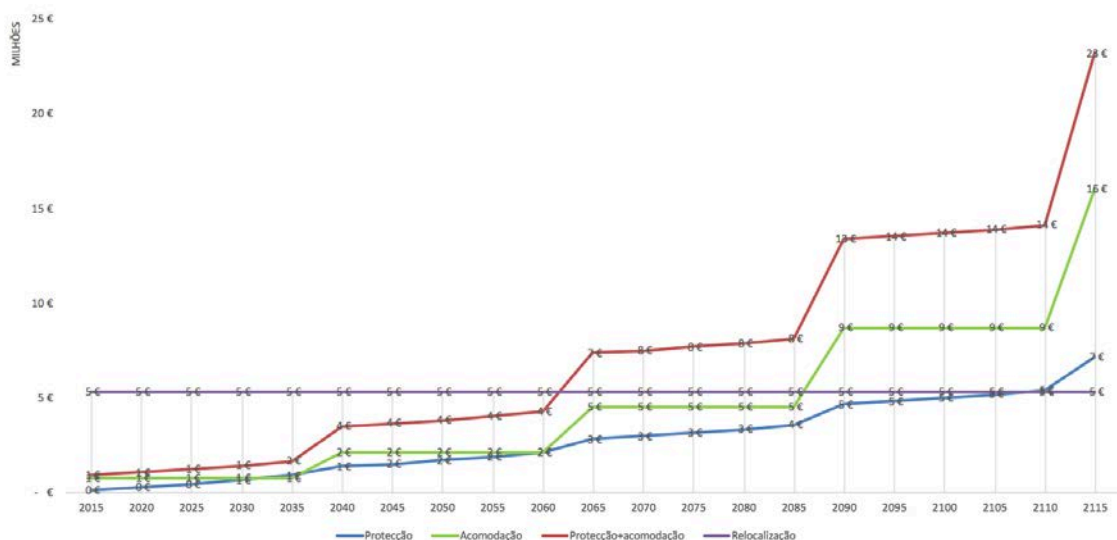


Figura 5.10 - Custos Acumulados das estratégias de adaptação para o Cenário 1, para 25 anos de vida útil da obra.

Por esta análise, verifica-se que para a construção recentemente realizada na arriba junto ao acesso da praia da Pedra do Ouro, os custos de acomodação realizados de 25 em 25 anos, acumulados, em 2115 dão o valor acumulado de 16 milhões de euros, e os de relocalização, efetuados apenas uma única vez, de 5 milhões de euros.

Caso a obra de proteção dure apenas 10 anos, e seja preciso uma nova construção após esse tempo (considerada idêntica, com o mesmo valor), realizando trabalhos de manutenção todos os anos, em 2115, os custos acumulados de proteção serão de 13 milhões de euros e os de acomodação combinada com a proteção de 29 milhões de euros. Se durar 25 anos, em 2115, os custos acumulados de proteção serão de 7 milhões e os de acomodação combinada com a proteção de 23 milhões de euros.

Analisando o gráfico da Figura 5.10, caso a obra seja reconstruída de 10 em 10 anos, observa-se que os custos de relocalização intersectam os custos da proteção combinada com a acomodação em 2060, os custos de proteção entre 2080 e 2085 e os de acomodação em 2085. Em 2060 os custos de proteção combinados com a acomodação são superiores aos de relocalização, em 2082/83 os custos de proteção ultrapassam os de relocalização e os de acomodação são superiores aos da relocalização em 2085. Sendo assim precisos 45 anos para que os custos de relocalização compensem os de proteção combinada com a acomodação, cerca de 67 anos para compensarem os custos de proteção e cerca de 70 anos para compensarem os de acomodação. Verifica-se ainda que os custos de acomodação tendem a serem superiores aos custos da proteção a longo prazo.

Caso a obra seja reconstruída de 25 em 25 anos, observa-se pela análise do gráfico da Figura 5.11, que os custos de proteção com acomodação, em 2062 são superiores aos da realocação, em 2085 os custos da acomodação ultrapassem os da realocação e os de proteção em 2110 são superiores aos de realocação. Serão então precisos 47 anos para os custos de realocação compensem os de proteção com acomodação, 70 para que compensem os de acomodação e 95 anos para que compense os de proteção. Os custos de acomodação tendem a serem superiores aos custos da proteção a longo prazo para ambos os casos de vida útil da obra.

5.2.2 Cenário 2

Os custos acumulados das estratégias de adaptação para o cenário 2, supondo o mesmo tipo de construção do cenário 1, mas para toda a frente urbana que contem os edificados contidos em faixa de risco, são apresentados de seguida na Tabela 5.4 e Figura 5.12, para **10 anos** de vida útil da obra.

Tabela 5.4 - Custos Acumulados das estratégias de adaptação para o Cenário 2, para 10 anos de vida útil da obra.

	Protecção	Acomodação	Protecção+acomodação	Relocalização
Anos	Custos acumulados			
2015	1 263 375,0 €	779 498,3 €	2 042 873,3 €	5 269 659 €
2020	2 645 105,5 €	779 498,3 €	3 424 603,8 €	5 269 659 €
2025	5 693 340,7 €	779 498,3 €	6 472 839,0 €	5 269 659 €
2030	7 075 071,2 €	779 498,3 €	7 854 569,5 €	5 269 659 €
2035	10 802 725,4 €	779 498,3 €	11 582 223,7 €	5 269 659 €
2040	12 184 455,9 €	2 143 620,3 €	14 328 076,2 €	5 269 659 €
2045	16 795 354,8 €	2 143 620,3 €	18 938 975,1 €	5 269 659 €
2050	18 177 085,3 €	2 143 620,3 €	20 320 705,6 €	5 269 659 €
2055	23 936 202,3 €	2 143 620,3 €	26 079 822,7 €	5 269 659 €
2060	25 317 932,8 €	2 143 620,3 €	27 461 553,1 €	5 269 659 €
2065	32 569 733,4 €	4 530 833,9 €	37 100 567,3 €	5 269 659 €
2070	33 951 463,9 €	4 530 833,9 €	38 482 297,7 €	5 269 659 €
2075	43 143 753,1 €	4 530 833,9 €	47 674 586,9 €	5 269 659 €
2080	44 525 483,5 €	4 530 833,9 €	49 056 317,4 €	5 269 659 €
2085	56 240 407,9 €	4 530 833,9 €	60 771 241,8 €	5 269 659 €
2090	57 622 138,4 €	8 708 457,6 €	66 330 595,9 €	5 269 659 €
2095	72 616 488,5 €	8 708 457,6 €	81 324 946,1 €	5 269 659 €
2100	73 998 219,0 €	8 708 457,6 €	82 706 676,5 €	5 269 659 €
2105	93 255 822,6 €	8 708 457,6 €	101 964 280,1 €	5 269 659 €
2110	94 637 553,0 €	8 708 457,6 €	103 346 010,6 €	5 269 659 €
2115	119 437 386,1 €	16 019 299,0 €	135 456 685,2 €	5 269 659 €

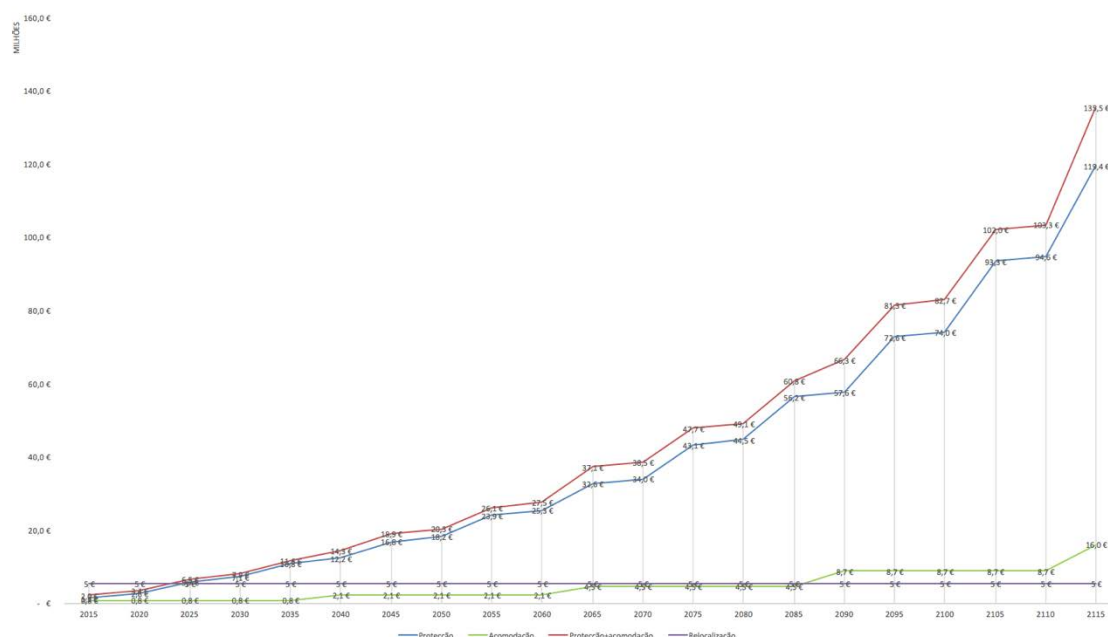


Figura 5.11 - Custos Acumulados das estratégias de adaptação para o Cenário 2, para 10 anos de vida útil da obra.

Para o mesmo cenário, as estratégias de adaptação com um tempo de vida útil da obra de 25 anos, são apresentados na seguinte Tabela 5.5 e gráfico respetivo Figura 5.13.

Tabela 5.5 - Custos Acumulados das estratégias de adaptação para o Cenário 2, para 25 anos de vida útil da obra.

	Protecção	Acomodação	Protecção+acomodação	Relocalização
Anos	Custos acumulados			
2015	1 263 375 €	779 498 €	2 042 873 €	5 269 659 €
2020	2 645 105 €	779 498 €	3 424 604 €	5 269 659 €
2025	4 246 910 €	779 498 €	5 026 408 €	5 269 659 €
2030	6 103 840 €	779 498 €	6 883 338 €	5 269 659 €
2035	8 256 531 €	779 498 €	9 036 029 €	5 269 659 €
2040	12 627 282 €	2 143 620 €	14 770 902 €	5 269 659 €
2045	15 310 254 €	2 143 620 €	17 453 874 €	5 269 659 €
2050	18 420 554 €	2 143 620 €	20 564 174 €	5 269 659 €
2055	22 026 244 €	2 143 620 €	24 169 864 €	5 269 659 €
2060	26 206 227 €	2 143 620 €	28 349 847 €	5 269 659 €
2065	34 425 447 €	4 530 834 €	38 956 281 €	5 269 659 €
2070	37 108 419 €	4 530 834 €	41 639 253 €	5 269 659 €
2075	40 218 718 €	4 530 834 €	44 749 552 €	5 269 659 €
2080	43 824 408 €	4 530 834 €	48 355 242 €	5 269 659 €
2085	48 004 391 €	4 530 834 €	52 535 225 €	5 269 659 €
2090	59 717 503 €	8 708 458 €	68 425 960 €	5 269 659 €
2095	62 400 475 €	8 708 458 €	71 108 932 €	5 269 659 €
2100	65 510 775 €	8 708 458 €	74 219 232 €	5 269 659 €
2105	69 116 464 €	8 708 458 €	77 824 922 €	5 269 659 €
2110	73 296 447 €	8 708 458 €	82 004 905 €	5 269 659 €
2115	91 123 869 €	16 019 299 €	107 143 168 €	5 269 659 €

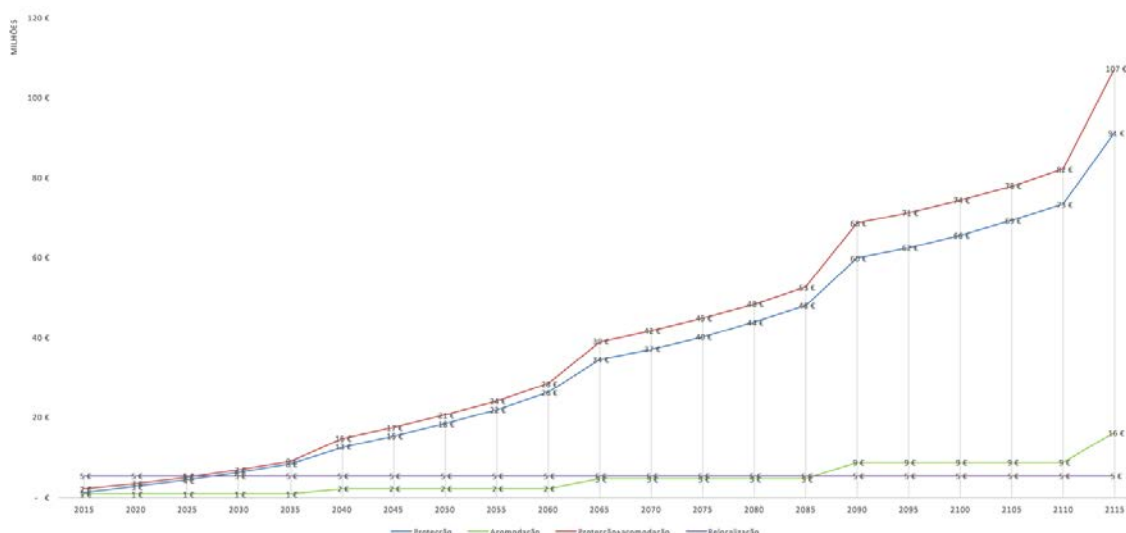


Figura 5.12 - Custos Acumulados das estratégias de adaptação para o Cenário 2, para 25 anos de vida útil da obra.

Verificamos por meio deste suposto cenário 2, caso se construísse uma obra nas arribas da Pedra do Ouro, do mesmo tipo e características da existente, para toda a frente urbana, os custos de acomodação e relocação acumulados têm os mesmos valores que os do cenário 1 (16 e 5 milhões de euros, respetivamente), alterando apenas nos valores de proteção e na estratégia combinada com a acomodação.

Se a obra de proteção durar 10 anos, e seja necessário reconstruí-la após esse tempo (valores idênticos), realizando os trabalhos de manutenção todos os anos, em 2115, os custos acumulados de proteção seriam de 119 milhões de euros, e os de proteção combinada com acomodação de 135 milhões de euros. Caso a obra dure 25 anos, em 2115, os custos acumulados de proteção serão de 91 milhões de euros e os de proteção combinada com acomodação de 107 milhões de euros.

Analisando o gráfico da Figura 5.12, caso esta obra seja reconstruída de 10 em 10 anos, observa-se que em 2023 os custos de proteção combinada com a acomodação são superiores aos de relocação, em 2025 os custos de proteção ultrapassam os de relocação e em 2085 os de acomodação são superiores aos de relocação. Sendo assim precisos 8 anos para que os custos de relocação compensem os custos de proteção combinada com a acomodação, 10 anos para que os de relocação compensem os de proteção e 70 anos para os custos de relocação compensarem os de acomodação.

Pela Figura 5.13, se a obra durar e for reconstruída de 25 em 25 anos, em 2025 os custos de proteção combinada com a acomodação serão superiores aos de acomodação, em 2027 os custos de proteção serão superiores aos de relocação e em 2085 os custos de acomodação serão superiores aos de relocação. Significando que serão precisos 10 anos para que os custos de relocação compensem os custos de proteção combinada com acomodação, 12 anos para compensar os custos de proteção e 70 anos para compensar os de acomodação.

5.3 Ficha de Caracterização de Aglomerado – Pedra do Ouro

A proposta de ficha de caracterização de aglomerado para a “Pedra do Ouro” encontra-se completa em “Anexo 0”.

Esta frente urbana apresenta cerca de 828 metros de extensão, toda a sua frente, a jusante, antes da praia, é completa por as arribas altas de margas calcárias. Estas apresentam uma altura média de 30,6 metros e declives médios de 26° a 42°. É caracterizada pela suscetibilidade considerável nas arribas e movimentos de massa recorrentes (os mais recentes referidos no capítulo 4.3). Pela documentação encontrada com referências dos seus movimentos, elaborou-se um mapa (Figura 5.14) atualizado com todos os nove movimentos datados (2010 - 2016) acrescentando os quatro movimentos datados pela APA (1947-2010).



Figura 5.13 - Atualização das instabilidades ocorridas para a pedra do ouro, com base em fotografias do *google earth* (2016) .

Relativamente às questões de ordenamento territorial, esta frente sugerida como caso de estudo, é uma referência de erros nos processos de ordenamento e usos do território, na medida em que o continuo aumento da urbanização, incluindo os loteamentos demonstrados construídos recentemente, que se deram em área de risco (Figura 5.15). Apresenta 1 edifício particular em Faixa de Salvaguarda Arriba Terra Nível I, 18 edifícios em Faixa de Salvaguarda de Nível II e 2 edifícios em Área de Instabilidade Potencial. No total verifica-se que aproximadamente 30% das habitações residenciais se encontram em zona de risco.

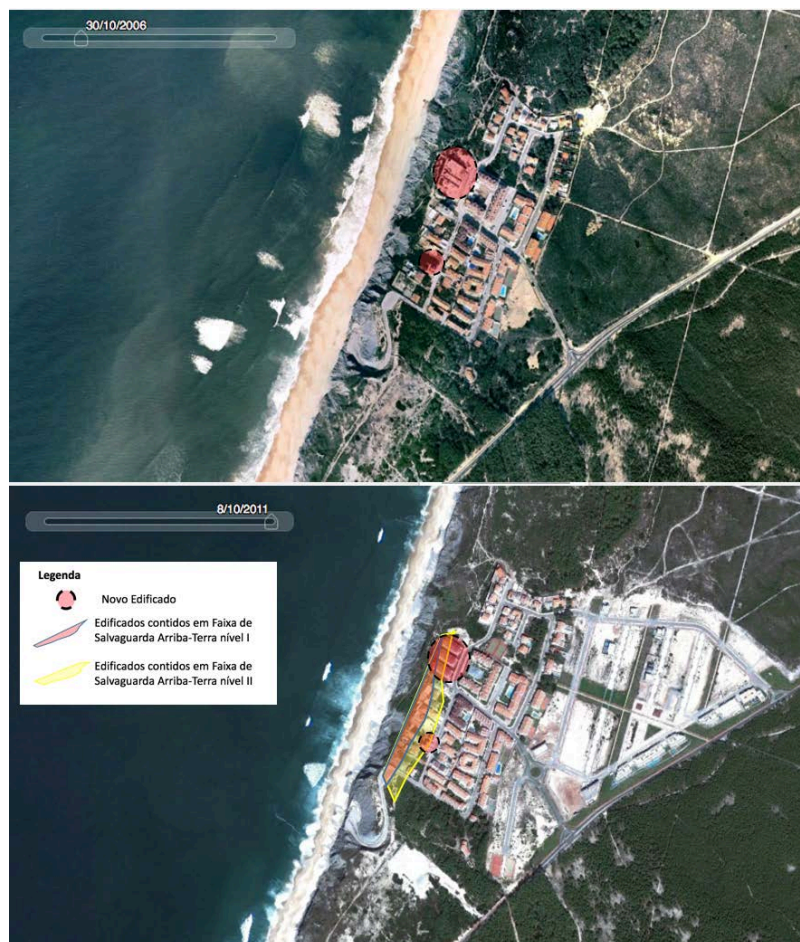


Figura 5.14 - Comparação da evolução do edificado (a vermelho) em faixa de risco (a amarelo) com base em fotografias do *google earth* (2006-2011).

Mediram-se as distâncias mínimas dos edificados (não contando os logradouros respetivos) à crista da arriba, para os edifícios contidos na Faixa de Salvaguarda Arriba Terra Nível I, que variou entre os 7 e os 12 metros. Contando com os logradouros dos edifícios contidos na mesma faixa, a distância mínima entre o limite do logradouro-crista variou entre 1,5 m e 15 metros. Utilizando as taxas de recuo de Sunamura (1992), para os carbonatos e rochas sedimentares terciárias (10 cm –1 m/ano), supondo a média de 50 cm/ano, o recuo será de 5 m em 10 anos e de 25 metros em 50 anos, podendo por em causa a integridade dos edificados em faixa de risco e demonstrando a necessidade de salvaguarda destas áreas para o recuo e dinâmica natural das arribas.

6 Conclusão

O presente trabalho teve como principal objetivo fornecer contributos no quadro da política de adaptação de zonas urbanizadas costeiras em litoral de arriba em risco, considerando a perigosidade das ocorrências de movimentos de massa e o risco associado ao edificado na envolvente da crista da arriba. A realização deste trabalho surge no âmbito de um estágio na Agência Portuguesa do Ambiente, I.P., no Departamento do Litoral e Proteção Costeira.

Numa primeira fase, adquiriram-se os dados necessários relativos às características das arribas e dos aglomerados urbanos contidos em faixa de salvaguarda definidas pelo Programa da Orla Costeira Alcobaça-Espichel (POC-ACE), este que ainda se encontrava em elaboração até à data de conclusão da presente dissertação. Seguidamente, identificou-se o risco pelo cruzamento dos dados adquiridos (a suscetibilidade de arribas e exposição de edificados) para se aplicar uma metodologia de avaliação semi-quantitativa do risco para litoral de arriba.

Neste troço e apenas para o litoral de arriba, foram identificados 1903 edificados contidos em faixas de salvaguarda/risco, dos quais 614 são habitações residenciais abrangidas pela Faixa de Salvaguarda Arriba-Terra Nível I, que significa poderem ser afetadas num período próximo. Posteriormente a terem sido identificadas as frentes urbanas costeiras mais vulneráveis, a metodologia de avaliação de risco aplicou-se em ordem a priorizar o grau de risco por frente urbana. Foram devidamente ponderados os parâmetros de “Probabilidade de Ocorrência”, “Magnitude”, “Dano Potencial” e “Capacidade de Resposta”, relativas à zona identificada em risco e os resultados por troço foram os seguintes:

- **Troço Água de Madeiros-Nazaré:** este troço concluiu-se ser o que tem mais frentes urbanas de elevado grau de risco. As frentes urbanas “Pedra do Ouro”, “Mina”, “Vale Furado” foram avaliadas com grau de risco “Muito Elevado”. Estas contêm arribas de perigosidade “Muito Elevada”, caracterizadas por serem arribas facilmente erodíveis, compostas por rochas brandas sedimentares, nomeadamente arenitos argilosos e calcários margosos, e com registos de instabilidades ocorridas recentemente, nomeadamente na “Pedra do Ouro” (Figura 6.1). A instabilidade, demonstra o risco caracterizador deste troço, muito devido à construção de edificados em zonas adjacentes à crista da arriba que poderão facilmente ser afectadas pelo recuo das arribas.



Figura 6.1 - Derrocada ocorrida em Fevereiro de 2016 no miradouro para a praia da “Pedra do Ouro” (18/8/2016).

Ainda neste troço, a urbanização da Nazaré, destaca-se pelo seu elevado grau de urbanização em zona de risco e pela magnitude das suas instabilidades. Ainda neste troço, identificaram-se de grau “elevado” a frentes urbana de “Água de Madeiros”, de risco médio as frentes “Vale Pardo” e “Légua” e de risco “reduzido” as frentes “Paredes Vitória” e “Águas luxuosas”.

- **Troço Nazaré-Peniche:** neste troço apenas avaliou-se como de risco “muito elevado” apenas a urbanização “Boavista/Casais da Boavista”. Considerou-se de risco “elevado” as frentes urbanas “Salgados” e “Gralha”, de risco “médio” as urbanizações “Serra dos Mangues”, “São Martinho”, “Salir do Porto”, “Foz do Arelho”, “Cortiço”, “Casais dos Covões”, “D’el Rei”, “Casais do Baleal” e “Peniche”, e de risco “reduzido” a frente urbana “Baleal”.
- **Troço Peniche-Cabo Raso:** este troço caracteriza-se por possuir aglomerados consolidados de significativa expressão, como são “Santa Cruz” e “Ericeira”. A urbanização de risco “muito elevado” presente neste troço é “Valmitão”, de risco “elevado” são as frentes “Areia Branca”, “Cambelas”, “Assenta” e “São Lourenço”; de risco “médio” foram classificadas as urbanizações “São Bernardino”, “Paimogo”, “Santa Rita”, “Santa Cruz”, “Calada”, “São Julião”, “Magoito”, “Cabo da Roca”, “Guincho/Crismina”; as de risco reduzido são as frentes “Consolação”, “Atalaia/Porto das Barcas”, “Porto Dinheiro”, “Porto Novo”, “Casal do Seixo”, “Amoeiras”, “Azul”, “Foz”, “Ribamar/Coxos”, “Ribeira de Ilhas”, “Ericeira”, “Fonte boa da Brincosa”, “Cortezia”, “Samarra”, “Casal dos Pianos”, “Azenhas do Mar”, “Praia Grande e Pequena”, “Adraga”, “Azóia” e por último as de risco “não significativo”, como são as frentes “Peralta”, “residual Praia da Aguda”, “Aguda”, e “Abano”. Neste troço existem frentes urbanas que já beneficiaram de obras de estabilização e contenção de arribas de carácter “pesado”, sendo exemplo a “Ericeira”, “Santa Cruz” e “Consolação”, e que visam minimizar as perigosidades existentes nestas frentes.
- **Troço Cabo Raso-Cabo Espichel:** este troço é caracterizado pela elevada densidade urbana no troço entre “Cascais” e “São Julião da Barra” e, na margem sul do Tejo a “Costa da Caparica”, embora esta última esteja localizada em litoral arenoso em erosão. Neste troço apenas o aglomerado das “Bicas”, no extremo Sul da área de influência do POC-ACE, foi classificado como de risco “muito elevado”, que embora dominem os edifícios do tipo “bungalow” e de ocupação sazonal, tendo menor valor económico associado, por estarem sujeitos a instabilidades e recuos em tempo indeterminado, podendo inclusivamente ocorrerem no verão, e por isso, possuírem para além de construções em risco, as próprias pessoas podem ser afectadas. Considerou-se de risco “médio” os edifícios em “Cabo Espichel”, grau de risco “reduzido” a urbanização “Quinta da Marinha” e de risco “não significativo” as urbanizações “Guia”, “Cascais”, “Estoril”, “São João do Estoril”, “São Pedro do Estoril”, “Parede” e “Carcavelos”, estas, embora a sua grande

exposição de elementos, a sua perigosidade não é tão significativa dada às arribas baixas e mais resistentes (predominam os calcários) sem instabilidades significativas.

Implementada a metodologia e realização do mapa com as classificações de “Índice de Risco” baseado no método de Costa *et al.* (2009), Brissos (2013) e Brissos *et al.* (2014) e que evidenciou a sua utilidade por permitir uma simples e rápida priorização do risco existente dada a vasta área de intervenção. As ponderações basearam-se nos dados obtidos sobre a área de estudo, devidamente ajustados para o tema e objetivo principal da dissertação, o risco de frentes urbanas costeiras em litoral de arriba.

Posteriormente, e confirmando o grau de risco “Muito Elevado”, o caso de estudo da dissertação para aplicar a análise de custos e benefícios para as opções de adaptação, foi a “Pedra do Ouro”, onde foi aplicada uma ficha de caracterização de aglomerado e que se encontra no “Anexo 8.2”, e que permite uma fácil compreensão e perceção das fragilidades aí existentes, nomeadamente a identificação dos edificadros expostos ao risco de instabilidade de arribas.

Analisando as opções de adaptação, tendo como base uma análise de custos e benefícios, verificou-se que a realocização, para ambos os cenários elaborados, é a opção estratégica que mais compensa em termos económicos e benefícios a longo prazo comparativamente à estratégia de proteção e acomodação. Para o cenário 1, com a obra de proteção de betão projetado construída em frente ao acesso da praia “Pedra do Ouro”, devido à sua degradação verificada com apenas nove meses de existência, parece realista a necessidade de novas reconstruções pelo menos de 10 anos em 10 anos, sendo que neste pressuposto os custos acumulados serão, em 2115, de 13 milhões de euros para a estratégia de proteção, 29 milhões de euros para a estratégia de proteção combinada com a acomodação, 16 milhões de euros para a acomodação e 5 milhões para a realocização. Caso esta necessite nova reconstrução de 25 em 25 anos, os custos acumulados, em 2115, serão de 7 milhões de euros para a estratégia de proteção, 23 milhões de euros para a estratégia de proteção combinada com a acomodação, 16 milhões de euros para a acomodação e 5 milhões para a realocização.

Para um segundo cenário (cenário 2), e que considera o mesmo tipo de construção aplicado para toda a frente urbana em risco, os resultados desta opção acentuaram ainda mais a vantagem da opção de realocização face ao sustento das outras opções. Para este cenário os custos de acomodação e realocização são os mesmos considerados no cenário 1 (16 milhões e 5 milhões de euros, respetivamente) sendo a diferença que caso a obra necessite do equivalente a um novo investimento de 10 em 10 anos, os custos acumulados, em 2115 serão de 119 milhões de euros para a proteção e 135 milhões de euros para a proteção combinada com a acomodação, e caso seja necessário o equivalente a reconstruir a obra de 25 em 25 anos, em 2115 os custos acumulados serão de 91 milhões de euros para a acomodação e 107 milhões de euros para a estratégia combinada de proteção com acomodação.

Conclui-se assim que o recuo planeado/relocalização é a medida de adaptação mais rentável para qualquer um dos cenários considerados, sendo que no cenário 2 tal opção é ainda mais evidente. Para além de ser a mais rentável economicamente, é a que devidamente aplicada em zona fora de risco e urbanizável, a que menos interfere com o equilíbrio dinâmico e evolutivo das arribas. Também devido à velocidade do recuo das arribas e à incerteza associada importa considerar que a acomodação de pouco valerá a partir do momento em que o recuo da crista coincida com a base do edificado.

Em cenário de alterações climáticas, o risco analisado neste trabalho, relativo à instabilidade de arribas e o seu perigo que representa para o homem, é ainda globalmente nos dias de hoje pouco aprofundado e não têm sido considerados na gestão urbana, constituindo uma evidência o elevado número de edifícios construídos em zona indevida (nº total 1903 construções de uso comercial, apoio balnear e privado), para a área de intervenção do POC-ACE. Esta zona atualmente urbanizada deveria ser reservada para espaço de usufruto público e principalmente de zona de salvaguarda para permitir o recuo natural das arribas, sem que haja interferência antrópica que, ou ajuda na erosão e recuo das mesmas, ou está sujeita ao risco das instabilidades e danos associados, e que constitui também, uma das principais fontes de sedimentos para reforçar a deriva e consequentemente de enorme importância para as praias existentes neste troço. Embora os fenómenos associados às arribas ocorram numa série temporal relativamente larga, estes não devem ser desvalorizados nos processos de ordenamento territorial e gestão urbana. Assim, através de um correto uso e ordenamento territorial no litoral, com a prioridade de salvaguarda dos interesses e bem-estar públicos, pode-se contribuir para a resiliência e adaptação das zonas costeiras vulneráveis aos riscos de erosão costeira, particularmente em arribas.

Sugere-se ainda para uma correta política de adaptação, que se identifique como ATRR (Áreas Territoriais a Reabilitar e a Regenerar, Lei nº 31/2014) todos as áreas com edifícios contidos em faixas de risco. Para além desta sugestão, a grande maioria dos edifícios contidos na faixa de salvaguarda arriba terra de nível I, estão em zona de margem das águas do mar (Lei nº 54/2005) cuja exceção de construção nesta área é permitida a construções ligeiras ou amovíveis de utilização temporária (estacionamentos, passadiços e miradouros) permitindo um uso público de desfrute da paisagem adequado à perigosidade. Também os fatores de educação ambiental e perímetros de segurança a aplicar junto à crista serão de extrema importância, pois é transmitida a noção do risco e esta é fundamental para a componente da capacidade de resposta, minimizando o risco e possíveis catástrofes.

A outra vertente a considerar, prende-se com a fiabilidade dos dados, o que requer um maior aprofundamento de tudo o que concorra para a identificação do real valor dos usos em zonas de risco e melhor assim saberem-se quais as medidas de proteção mais adequadas consoante a particularidade de cada troço e os seus custos envolvidos. Face ao número crescente, mas relativamente recente, de obras em litoral de arriba, importa assim que haja uma cuidada monitorização das obras, e em função das soluções escolhidas, efetuar estudos de correlações

entre fenómenos extremos e o comportamento das obras, tendo em vista fundamentarem-se melhor análises custo-benefício para diversos cenários e assim constituírem-se como um instrumento fundamental para o apoio à decisão face a diminuir o risco costeiro, de tornar mais resiliente o território mais vulnerável e assim haver claras orientações para o ordenamento do território e gestão urbana, de forma a dar mais sustentabilidade a médio e longo prazo à gestão costeira.

Por fim, recomenda-se em futuros trabalhos que seja ponderado:

- A necessária monitorização que permita perceber melhor os comportamentos geotécnicos das arribas, com o recurso a novas tecnologias, tal como a utilização dos “*drones*”, que permitam uma fácil, rápida e de elevada qualidade, inspeção da vasta costa portuguesa;
- Que se aprofunde os estudos relativos às longevidades, eficácia e custos das obras de proteção nas arribas e essenciais para uma gestão integrada de proteção costeira e mais sustentável que suporte opções dentro de uma política integrada de proteção costeira;
- Que sejam efetuados estudos de correlações entre as dinâmicas físicas do território em reação a fenómenos climáticos e de forçamento oceânico mais extremos, como seja o seu efeito nos sistemas naturais (de arriba), nas obras costeiras e nos usos do solo, que permitam objetivar melhor a política de adaptação.

7 Referências Bibliográficas

- Aguiar, R., Pontes, M.T., Oliveira-Pires, H. (2003). *A Nearshore Wave Energy Atlas for Portugal*. 22nd Int. Conf. Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Cancun, Mexico, Paper 37407.
- Amaral, D. F., Fernandes, J. M. (1978). Comentário à Lei dos Terrenos do Domínio Hídrico. Coimbra Editora, Lda.
- Andrade, C., Pires, H. O., Silva, P., Taborda, R., & Freitas, M. C. (2006) – Zonas Costeiras. In: Santos, F. D. e Miranda, P. (Eds). Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação. Projecto SIAM II, Gradiva, pp. 169-208.
- APA. (2012). Plano de ação de proteção e valorização do litoral 2012 - 2015. Agência Portuguesa do Ambiente. 88p.
- APA. (2015). Evolução das arribas da praia da Consolação (Peniche): Enquadramento da ocorrência do movimento de massa de vertente de 29.01.2015. Departamento do Litoral e Proteção Costeira. Relatório Técnico DLPC nº2/2015. 23p.
- APA. (2016). Proposta de Programa. Programa da Orla Costeira Alcobaça-Cabo Espichel. Biodesign. Cedru. (não publicado)
- ARH Tejo (2009). Os planos de Ordenamento da Orla Costeira – Balanços e Reflexões. Tágides. Lisboa, 150p.
- Bird, F. (2000). Coastal Geomorphology, an introduction. John Wiley & Sons, Chicester. 405p.
- Brilha, J. (2005). Património geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Palimage Editora, Braga, 199p.
- Brissos, J. (2013). Avaliação de risco de instabilidade de arribas no troço Sines-Zambujeira do Mar (SW Alentejano). Dissertação de mestrado, Universidade Nova Lisboa, 159p.
- Brissos, J., Caetano, P.S., Lamas, P., Costa, C.N., Rocha, M. (2014). Avaliação do risco de instabilidade de arribas no troço costeiro Sines-Zambujeira do Mar. Comunicações Geológicas (2014) 101, Especial II, 883-887. LNEG – Laboratório Nacional de Geologia e Energia IP.
- Candelária, A., Pontes, M.T. (2008). Mapping the wave energy potential in Portugal. 2nd International Conference on Ocean Energy (ICO E2008). Brest, France.
- Cândido, M, A, F. (2010). Contributo para a gestão do risco geotécnico na gestão de túneis. Dissertação de Mestrado em Engenharia Geológica, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 185p.
- Cardona, F. (2015). Avaliação do risco de erosão, galgamento e inundação costeira em áreas artificiais de Portugal Continental. Estratégias de adaptação face a diferentes cenários de risco

(relocalização, acomodação e protecção). Dissertação de Mestrado em Engenharia de Sistemas Ambientais. Universidade Nova de Lisboa, 206p.

CNREN – Secretariado Técnico. (2009). Harmonização de definições e critérios de delimitação para as várias tipologias de áreas integradas em REN (documento enquadrado pelo Decreto-Lei n.166/2008, de 22 de Agosto). Lisboa, 56 p.

Comissão Europeia. (2009a). Livro Branco – Adaptação às alterações climáticas: para um quadro de acção Europeu.19p.

Comissão Europeia. (2009b). *The economics of climate change adaptation in EU coastal areas*. Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries. European Commission.

Corominas, J. (1996). *Debris slide*. In Dikau, R ; Brunsden, D. ; Schrott, L. & Ibsen, M. L. (Eds.), *Landslide recognition: Identification, movement and courses*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, Report no. 1 of the European Commission Environmental Programme, pp. 97-102.

Costa, C., Sá Caetano, P., Brito, G., Vendas, D. (2009). Estudo preliminar do risco associado à instabilidade de arribas no troço entre Cabo Espichel e Setúbal. Relatório Técnico (não publicado). FCT-UNL, 33 p.

Costa, F. (2012). Instabilidade em arribas costeiras. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 98p.

Cruden, D., Varnes, D. (1996). *Landslide Types and Processes*. Em Turner, A.K., Schuster, R.L. (Eds.) *Landslides investigation and mitigation*. Transportation Research Board Special Report 247. Washington DC: National Academy Press.

Davidson-Arnott, R., Ollerhead, J. (2011). *Coastal erosion and climate change*. Atlantic Climate Adaptation Solutions Association. Canada, 41p.

DEH. (2013). *Guideline for Preparing a Coastal Hazard Adaptation Strategy*. Queensland Government. Department of Environment and Heritage Protection. Australia, Brisbane QLD 4000, 29p.

DEWNR. (2014). *Coastline. Developing a management strategy for coastal cliff erosion hazards in South Australia*. Government of South Australia. Department of Environment Water and Natural Resources. Australia, 16p.

Dias, J. M. A. (1993). Estudo de avaliação da situação ambiental e propostas de medidas de salvaguarda para a faixa costeira portuguesa (parte de geologia costeira). Liga para a Protecção da Natureza / Ministério do Ambiente, Lisboa, 137 p.

Emery, K. O. & Kuhn., G. G. 1982. Sea cliffs: their processes, profiles, and classification. *Geological Society of America Bulletin*. 93: 644-654.

Epifânio, B. M. (2013). Instabilidade de arribas e avaliação da perigosidade no litoral da Lourinhã. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geografia e Ordenamento do Território. Lisboa, 139p.

EuroSION (2004). Living with coastal erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability. A guide to coastal erosion management practices in Europe: Lessons Learned. Part I – Major Findings and Policy Recommendations of the EuroSION Project, 45p.

Ferreira, A. (2000). Caracterização de Portugal Continental. LNEG, pp19-61.

Glade, T., Crozier, M.J. (2005). The natural of landslide hazard impact. In: Glade, T., Anderson, M., Crozier, M.J. (eds.), Landslide hazard and risk. Wiley, Chichester, pp 43-74.

GTL. (2014a). Relatório do Grupo de Trabalho do Litoral: Gestão da zona costeira - O desafio da mudança. Agência Portuguesa do Ambiente. Lisboa, 237p.

GTL. (2014b). Relatório do Grupo de Trabalho do Litoral: Gestão da zona costeira - O desafio da mudança. Sumário Executivo e Recomendações. Agência Portuguesa do Ambiente. 27p.

Guzzetti, F. (2005). Landslide hazard and Risk Assessment. Dissertation zur erlangung des doktorgrads (Dr. Rer. Nat.) der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Italy, 373p.

Highland, L., Bobrowsky, P. (2008). The Landslide Handbook – A Guide to Understanding Landslides. US Geological Survey, Circular 1325.

IM. (2004). Caracterização Climática da Costa. Características do Clima da Costa de Portugal Continental. Instituto de Meteorologia, 29p.

IPCC. (2014). Intergovernmental Panel on Climate Change. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate. Cambridge University Press, 582p.

IPMA. (2015). O clima em Portugal: caracterização, tendências e cenários. Boletim Informativo nº3/2015. Instituto Português do Mar e da Atmosfera. 2p.

Julião, R. P. Nery, F. Ribeiro, J. L. Branco, M. C. & Zêzere, J. L. (2009). Guia Metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a construção de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal. Lisboa, 91p.

Kolberg, M. (1995). Addressing the hazards and assessing the impacts: Great Lakes St. Lawrence River system shorelines. Proceedings of the 1995 Canadian Coastal Conference, 495–510. CCSEA.

Lee, E.M. (2008). *Coastal cliff behavior: Observations on the relationship between beach levels and recession rates*. Geomorphology, pp. 558-571.

Lira, C., Taborda, R., Andrade, C. (2103). Estimativas de descarga sólida fluvial potencial. Em: Criação e implementação de um sistema de monitorização no litoral abrangido pela área de jurisdição da Administração da Região Hidrográfica do Tejo. Entregável 1.1.2.b. Lisboa, 22p.

LNEC. (2015). Análise Custo-Benefício – Metodologia para apoio à decisão em intervenções de Arquitectura, Engenharia e Construção. Relatório 288/2015 – DEG/NEG. Lisboa, 44p.

- Marques, F. (1997). As arribas do litoral do Algarve. Dinâmica, Processos e Mecanismos. Dissertação Doutoramento. Universidade de Lisboa, 556p.
- Marques, F. (1998). Sea cliff retreat in Portugal: overview of existing quantitative data. Com.Inst.Geol.Min.84 (1), pp. 75-78.
- Marques, F., Freire de Andrade, C. (2009). Parecer sobre risco associado às arribas do Algarve. Centro de Geologia da Universidade de Lisboa. 25p.
- Marques, F., Penacho, N., Queiroz, S., Gouveia, L., Matildes, R., Redweick, P. (2013a). Definição de um quadro de referência a aplicar em projectos de intervenção nas arribas. Em: Criação e criação e Implementação de um Sistema de Monitorização do Litoral abrangido pela área de jurisdição da Administração da Região Hidrográfica do Tejo. Entregável 1.4.1.a. Lisboa, 162p.
- Marques, F., Penacho, N., Queiroz, S., Gouveia, L., Matildes, R., Redweick, P. (2013b). Determinação e cartografia da perigosidade associada à ocorrência de fenómenos de instabilidade em arribas à escala regional. Em: Criação e criação e Implementação de um Sistema de Monitorização do Litoral abrangido pela área de jurisdição da Administração da Região Hidrográfica do Tejo. Entregável 1.3.1.a. Lisboa, 27p.
- Meneses, B. (2011). Susceptibilidade e Risco de Movimentos de Vertente no Concelho de Tarouca. Dissertação de Mestrado em Geografia Física e Ordenamento do Território. Universidade de Lisboa. Instituto de Geografia e Ordenamento do Território. Lisboa, 115p.
- Morais, J. S., Rosmaninho, L. Raposo, N. (2000). Os Planos de Ordenamento da Orla Costeira. Seminário “A Zona Costeira em Portugal”. O POOC Alcobaça/Mafra – Qualificar a Intervenção no Litoral. Eurocoast, Portugal, 128p.
- Murtinha, L. (2014). Avaliação determinística da susceptibilidade a movimentos de terreno na vertente Sul de Odivelas. Dissertação de Mestrado. Universidade Nova de Lisboa. 227p.
- Oliveira, L.M. (2009). Estudo morfodinâmico e sedimentar das praias do concelho de Sintra. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Geologia. Lisboa, 166p.
- Oliveira, M. (2013). “Retirada planeada” de áreas edificadas em zonas costeiras de elevado risco. Dissertação Mestrado em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, 194p.
- Penacho, N. (2013). Caracterização, evolução e análise de suscetibilidade à ocorrência de instabilidades das arribas do arco Baleal- Bom Sucesso (Peniche-Óbidos). Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa. 136p.
- Pereira, A.R. (2004). O espaço litoral e a sua vulnerabilidade. Geoinova, 9, Lisboa, pp. 33-43.
- Pinto, C., Teixeira, S. (2014). Gestão do Litoral de Arriba em Portugal Continental. Contributo para o Trabalho do GTL. 15p.

- PNPNOT. (2007). Proposta do Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território – Sumário. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Secretaria de Estado do Ordenamento do Território e das Cidades. Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano. 38p.
- Policy Research Corporation. (2009). The economics of climate change adaptation in EU coastal areas. European Commission.
- Popescu, M. (1994). A suggested method for reporting landslide causes. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 50, pp. 71-74.
- Ribeiro, J. (2010). Riscos Costeiros – Estratégias de prevenção, mitigação e proteção, no âmbito do planeamento de emergência e do ordenamento do território. ANPC. 156p.
- Roebeling, P., Coelho, C., Reis, E. (2011). *Coastal erosion and coastal defense interventions: a cost-benefit analysis*. Journal of Coastal Research, Special Issue 64. 5p.
- Santos, F. D. (2014). Vulnérabilité, impacts et adaptation des zones côtières au changement global, in Risques côtiers et adaptations des sociétés, sous la direction de André Monaco et Patrick Prouzet, Collection Mer et Ocean, ISTE Editions.
- Santos, F.D., Forbes, K., Moita, R. (Eds). (2002). Mudança Climática em Portugal. Cenários, Impactes e medidas de adaptação. Sumário executivo e conclusões. Projeto SIAM. Gradiva, Lisboa, 26p.
- Santos, F.D., Miranda, P. (Eds). (2006). Alterações climáticas em Portugal. Cenários, impactos e medidas de adaptação. Projeto SIAM II, Gradiva, Lisboa.
- Schubert, P. (2004). Geotechnical Risk Management in Tunnelling. Course on Geotechnical Risk in Rock Tunnels. Aveiro, 12 p.
- Seixas, L. (2014). Avaliação do desempenho das políticas de defesa costeira: Obras de Defesa Costeira de 1995 a 2014. Contributo para o Sistema de Administração do Recurso Litoral (SIARL). Dissertação de mestrado. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 101p.
- Sunamura, T. (1992). Geomorphology of Rocky Coasts. Wiley, New York, 302p.
- Teixeira, S.B. (2009a). Demarcação do leito e da margem das águas do mar no litoral sul do Algarve. Administração da Região Hidrográfica do Algarve. Faro, 207p.
- Teixeira, S.B. (2009b). Geodinâmica, Ocupação e Risco na Praia Maria Luísa, ARH, Faro, 25p.
- Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., Miller, T.L. (2005). Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 3.0: An ArcGIS Extension for Calculating Shoreline Change. Woods Hole Massachusetts.U.S. Geological Survey Open-File Report 2005- 1304.
- Varnes, D. L. (1984). Landslide hazard zonation: a review of principles and practice. UNESCO & Landslides Hazards, Series 3, Paris, 63p.

Varnes, D., J. (1978). Slope Movement Types and Processes. In: Schuster, R. e Krizek, R. (Eds) – Landslides – Analysis and Control. Special Report 176. Transportation Research Board, National Academy of Science, Washington D.C.

Vasconcelos, M. (2011). Cartografia de susceptibilidade à ocorrência de movimentos de vertente em contexto urbano: o Concelho de Lisboa. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências. Lisboa, 232p.

Veloso-Gomes, F., Oliveira, M. (2013). Retirada planeada de áreas edificadas em zonas costeiras em risco. 11º Silusba - Zonas Costeiras 2013. Maputo, Moçambique.

Viles, H., Spencer, T. (1995). *Coastal Problems: Geomorphology, Ecology and Society at the Coast*. Edward Arnold, London, 350p.

WP/WLI (1993). *Multilingual Landslide Glossary*. International Geotechnical Societies. Working Party for World Landslide Inventory. UNESCO. The Canadian Geotechnical Society. Canada

Zêzere, J. (2005). Dinâmica de vertentes e risco geomorfológico. Centro de Estudos Geográficos, Relatório N.º.41, Lisboa, 128p.

Páginas de internet consultadas

AGS (2004). Isla Vista Beach Cliff Erosion, 1980 to 2012. Earth Science. UC Santa Barbara. Disponível:

http://www.geol.ucsb.edu/faculty/sylvester/UCSB_Beaches/IVCLIFFS/IVCLIFFS.html

(Consultado a 20 de Agosto de 2016)

APA – POC (2016). Programas da Orla Costeira. Ordenamento – Águas – Política. Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. Disponível:

<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=10&sub3ref=1193> (Consultado

a 10/05/2016)

CYPE Ingenieros, S.A. (2016). Gerador de preços para construção civil. Disponível:

<http://www.geradordeprecos.info> (Consultado a 12 de Julho de 2016)

Dias, M.A. (2007). Gestão Costeira Integrada. Glossário. Arriba. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos - APRH. Disponível: <http://www.aprh.pt/rgci/glossario/arriba.html> (Consultado

a 20 de Março de 2016)

Factor Architecten (2016). *Floating Homes*. Nifty Homestead. Disponível:

<https://www.niftyhomestead.com/blog/floating-homes/> (Consultado a 30 de Agosto de 2016)

Felipe, F. (2016). “Derrocada na praia Maria Luísa deixa aviso: perigo iminente nas praias algarvias”. PUBLICO. Disponível: <https://www.publico.pt/sociedade/noticia/derrocada-na-praia-maria-luisa-deixa-aviso-perigo-iminente-nas-praias-algarvias-1740601> (Consultado em 30 de

Agosto de 2016)

GEOBRUGG (2016). Sistemas de Proteção. Disponível: <https://www.geobrugg.com> (Consultado a 3 de Setembro de 2016)

IGEO (2016). Informação Geográfica. Carta Geológica de Portugal à escala 1/500000. LNEg. Disponível: <http://www.igeo.pt> (Consultado a 28 de Julho de 2016)

KENT, D. (2016). *Homes in danger of falling off a cliff in California*. ABC NEWS. Disponível: <http://abcnews.go.com/US/dramatic-photos-show-apartments-feet-falling-ocean/story?id=36528327> (Consultado a 5 de Setembro de 2016)

LCWCONSULT (2006). Reabilitação das arribas da praia do Algodio na Ericeira. Projectos – Fundações e Contencções. Disponível: <http://www.lcwconsult.com/pt/portfolio/reabilitacao-das-arribas-da-praia-do-algodio—ericeira/gallery/fundacoes-e-contencoes/> (Consultado a 28/08/2016)

SIARL (2014). Sistema de Administração do Recurso Litoral. Disponível: <http://www.siarl.igeo.pt/destaques.aspx> (Consultado a 2 de Julho de 2016)

Anexos

Anexo I - Definição das Faixas de Risco por frente troço (APA – POC ACE)

Tabela 8.1 - Definição das Faixas de Salvaguarda para o POC-ACE (APA, 2016)

Setor	Sopé (faixa de risco) (a)		Crista (faixa de risco)		Faixa adicional	
	Crítério (m)	Mínimo (m)	Crítério (m)	Mínimo (m)	Crítério (m)	Mínimo (m)
Água de Madeiros – Ponta da Polvoeira	0.7 x H	5	0.7 x H	15	0.7 x H	15
Ponta da Polvoeira – Vale de Paredes	0.7 x H		1 x H		1 x H	
Vale de Paredes – Barranco do Marquês	1 x H		0.5 x H	25	0.5 x H	25
Barranco do Marquês – Águas Luxuosas	0.8 x H		0.9 x H	20	0.9 x H	20
Águas Luxuosas – Vale Fundo	0.7 x H			20		20
Praia do Norte (Nazaré) – Guilhim – Nazaré	1 x H			20		20
Salgados – Venda Nova (b)		100		150		50
Venda Nova – Ponta da Serra de Manguês (b)		100		120		40
Ponta da Serra de Manguês – Pico do Facho (b)		50		30		30
Pico do Facho – São Martinho do Porto		30	0.6 x H	10	0.6 x H	10
Promontório que limita a sul embocadura da Concha de São Martinho do Porto	0.7 x H			15		15
Salir do Porto – Sul de Casais do Salir	0.7 x H					40
Sul de Casais do Salir – Pedras da Aberta (Foz do Arelho)	0.7 x H					45
Pedras da Aberta (Foz do Arelho)	0.7 x H					20
Lagoa de Óbidos – praia D’el Rei (Vale Bem Feito)	1.5 x H		1 x H	40	1 x H	40
Praia D’el Rei – Pico da Mota	1.5 x H		0.5 x H	15	0.5 x H	15
Pico da Mota – Baleal	1 x H		0.5 x H	15	0.5 x H	15
Ínsua do Baleal	1 x H			10		10
Praia do Baleal Sul	1 x H			20		20
Praia da Gambôa – Praia do Abalo (Peniche)	1.2 x H		1 x H	12	1 x H	12
Praia do Abalo - Portinho da Areia Sul (Peniche)	1 x H			15		15
Portinho da Areia Sul – Peniche	1 x H			10		10
Consolação – São Bernardino	1 x H		0.5 x H	10	0.5 x H	10
São Bernardino – Praia da Areia Branca	1 x H		0.5 x H	20	0.5 x H	20
Praia da Areia Branca – Porto das Barcas	0.7 x H			15		15
Porto das Barcas – Praia de Santa Rita Norte	1.2 x H		0.6 x H	10	0.6 x H	10
Foz Ribeira do Sorraia – Foz do Sizandro	1.3 x H		0.6 x H	10	0.6 x H	10
Foz do Sizandro – Casais de São Lourenço	0.7 x H		0.5 x H	30	0.5 x H	30
Casais de São Lourenço – Foz do Lizandro	1 x H		0.5 x H	15	0.5 x H	15
Foz do Lizandro – praia de São Julião	1 x H		0.5 x H	15	0.5 x H	15
Praia de São Julião – Praia do Magoito	1 x H		1 x H	30	1 x H	30
Praia do Magoito – Praia da Aguda	1 x H		1 x H	50	1 x H	50
Praia da Aguda – Azenhas do Mar	1 x H		1 x H	40	1 x H	40
Azenhas do Mar – Praia das Maças	1 x H		1 x H	20	1 x H	20
Praia das Maças – Praia Pequena	1 x H		1 x H	20	1 x H	20
Praia Grande – Praia da Adraga	1 x H		0.7 x H	35	0.7 x H	35
Praia da Adraga – Praia da Ursa	1 x H		0.7 x H	50	0.7 x H	50
Praia da Ursa – Ponta da Abelheira	1 x H			100		100
Ponta da Abelheira – Praia do Abano	1 x H		0.7 x H	20	0.7 x H	20
Praia do Abano – Praia da Cresmina	1 x H		0.7 x H	10	0.7 x H	10
Praia da Cresmina – Praia de Santa Marta	1 x H			20		20
Cidadela – Forte de São Julião da Barra	1.5 x H		0.8 x H	8	0.8 x H	8
Praia da Fonte da Telha – Praia da Lagoa de Albufeira	1 x H		1 x H	20	1 x H	20
Praia da Lagoa de Albufeira – Praia do Moinho de Baixo	1 x H			30		30
Praia do Moinho de Baixo – Praia das Bicas	1.2 x H			50		50
Praia das Bicas – Praia dos Lagosteiros	1 x H		1 x H	50	1 x H	50
Praia dos Lagosteiros – Serra da Azoia	1 x H			100		100

Anexo II - Ficha de Aglomerado Urbano – Pedra do Ouro

Ficha de Aglomerado 3.1.2 – Pedra do Ouro

POC3: Alcobaça Cabo Espichel; Concelho 1: Alcobaça; Aglomerado 2: Pedra do Ouro

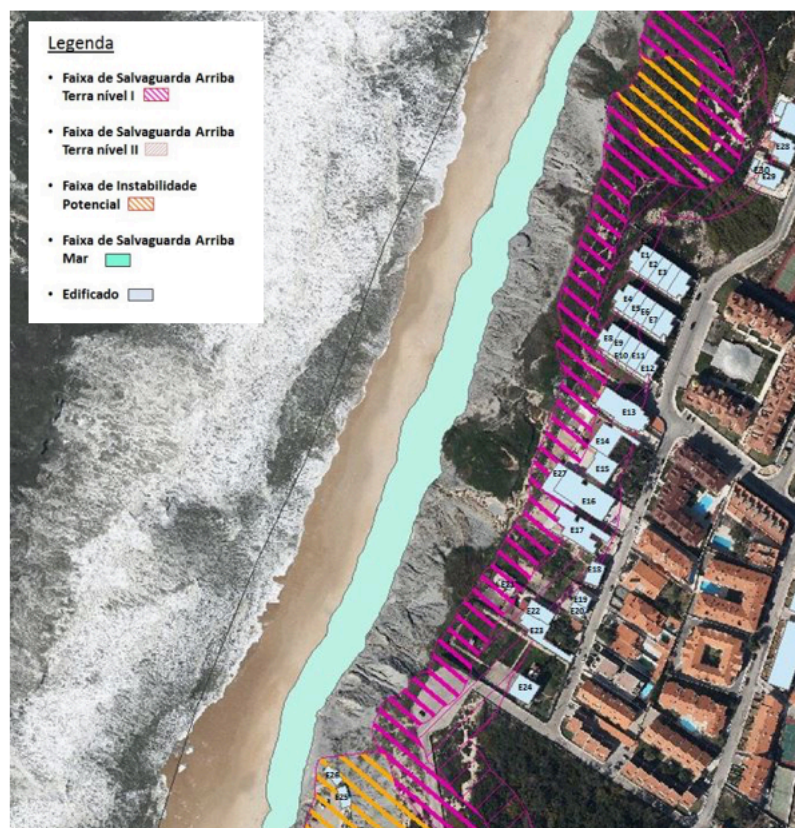


(Fonte: à esquerda, APA (2016); direita, SIARL (2014))

Coordenadas Aproximadas	39°43'34.40"N 9° 2'47.65"W	
Descrição	Frente urbana com aproximadamente 828 metros de extensão é caracterizada pelo seu aglomerado residencial junto à crista da arriba. 23 Edificados (21 edificados particulares; 1 edificado de apoio balnear e 1 edificado de apoio comercial) estão contidos em faixa de risco de acordo com o novo POC ACE.	
Enquadramento Geológico	As arribas da praia da Pedra do Ouro são constituídas pelas formações: Formação de Água de Madeiros (J_{AM}^1), a Formação de Lemed (J_L^1) e pelo Grupo de Barracão (P_{Ba}). A Formação de Água de Madeiros é constituída por espessas bancadas de dolomitos e calcários dolomíticos. Esta, é separada através de uma falha (N21°W) da Formação de Lemed que se apresenta por uma sucessão carbonatada de calcários compactos, margas e raras bancadas de calcários margosos. O topo da arriba, ocasionalmente, intercepta as areias micáceas e cascalheiras do Grupo do Barracão. Todo este sector encontra-se coberto por areias de duna do Quaternário.	
Características Arribas	Altura (m) Declive (°) Exposição (Quadrante) Protecção Sopé Obras de estabilização arriba	mínima: 14 máxima: 41 média: 30,65 médio: 26-42 máximo: 48-66 W-NW Praia e plataforma de abrasão Betão projectado
Instabilidades	No intervalo de 1947 a 2010 a APA registou 4 instabilidades com um recuo de 3-8 metros, com uma extensão de 18-25 metros e de área 21-71 m ² . Recentemente, no presente ano de 2016 foram detectados dois movimentos de massa, uma em Fevereiro com a queda de parte do miradouro e outra junto ao bar da praia em Maio.	

Classificação Risco		
Perigosidade Aparente	Vulnerabilidade	Índice de Risco
Muito elevada: 20	Muito elevada: 5	Muito elevado: 0,8
Observações	A pedra do ouro é um caso de referência de erros nos processos de ordenamento e de usos do território, na medida em que o seu aumento de urbanização recente (os três blocos pertencentes ao E1, E4, E8) se deu em área bastante sensível (em faixa de risco), quando tais áreas deveriam estar o mais possível naturalizadas, ou quando muito ocupadas por espaços de usufruto público. Utilizando as taxas de recuo de Sunamura (1992), para os carbonatos e rochas sedimentares terciárias (10 cm – 1 m/ano), supondo 50 cm/ano, o recuo será de 5 m em 10 anos e de 25 metros em 50 anos, podendo por em causa a integridade dos edificados em faixa de risco.	

Edificado em Faixas de Salvaguarda

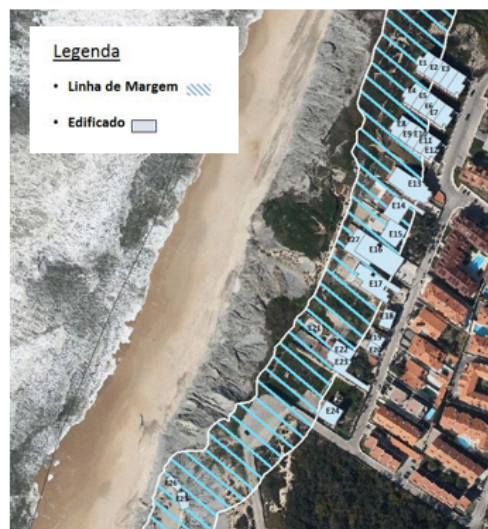


Edificado em Risco				
Faixa salvaguarda Arriba Mar	0			
Faixa de Salvaguarda Arriba Terra nível I	Edificado	Tipo	Área (área superficial x nº andares)	Distância mínima à crista (m)
	E27	Particular	200,61 x 1 = 200,61 m ²	7
	E21	Piscina particular	28,15 m ²	12
	E30	Piscina particular	26,79 m ²	28
	E29	Particular	214,05 x 2 = 428,1 m ²	36
	E1	Particular	151,56 x 2 = 303,12 m ²	33
	E2	Particular	121,41 x 2 = 242,82 m ²	48
	E4	Particular	151,90 x 2 = 303,8 m ²	33
	E5	Particular	121,34 x 2 = 242,68 m ²	43

Faixa de Salvaguarda Arriba Terra nível II	E8	Particular	146,91 x 2 = 293,82 m ²	21
	E9	Particular	121,30 x 2 = 242,6 m ²	30
	E10	Particular	123,43 x 2 = 246,8 m ²	35
	E11	Particular	120,55 x 2 = 241,1 m ²	44
	E12	Particular	152,96 x 2 = 305,92 m ²	45
	E13	Particular	482,14 x 2 = 964,28 m ²	23
	E14	Particular	300,24 x 1 = 300,24 m ²	28
	E15	Particular	246,46 x 2 = 492,92 m ²	33
	E16	Particular	597,76 x 2 = 1195,52 m ²	18
	E17	Particular	450,08 x 2 = 900,16 m ²	22
	E18	Particular	130,90 x 2 = 261,8 m ²	52
	E22	Particular	147,15 x 2 = 294,3 m ²	33
	E23	Particular	283,80 x 2 = 567,6 m ²	33
Área de Instabilidade Potencial	E25	Apoio Balnear	73,67 x 1 = 73,67 m ²	34
	E26	Apoio Comercial	89,40 x 1 = 89,40 m ²	36

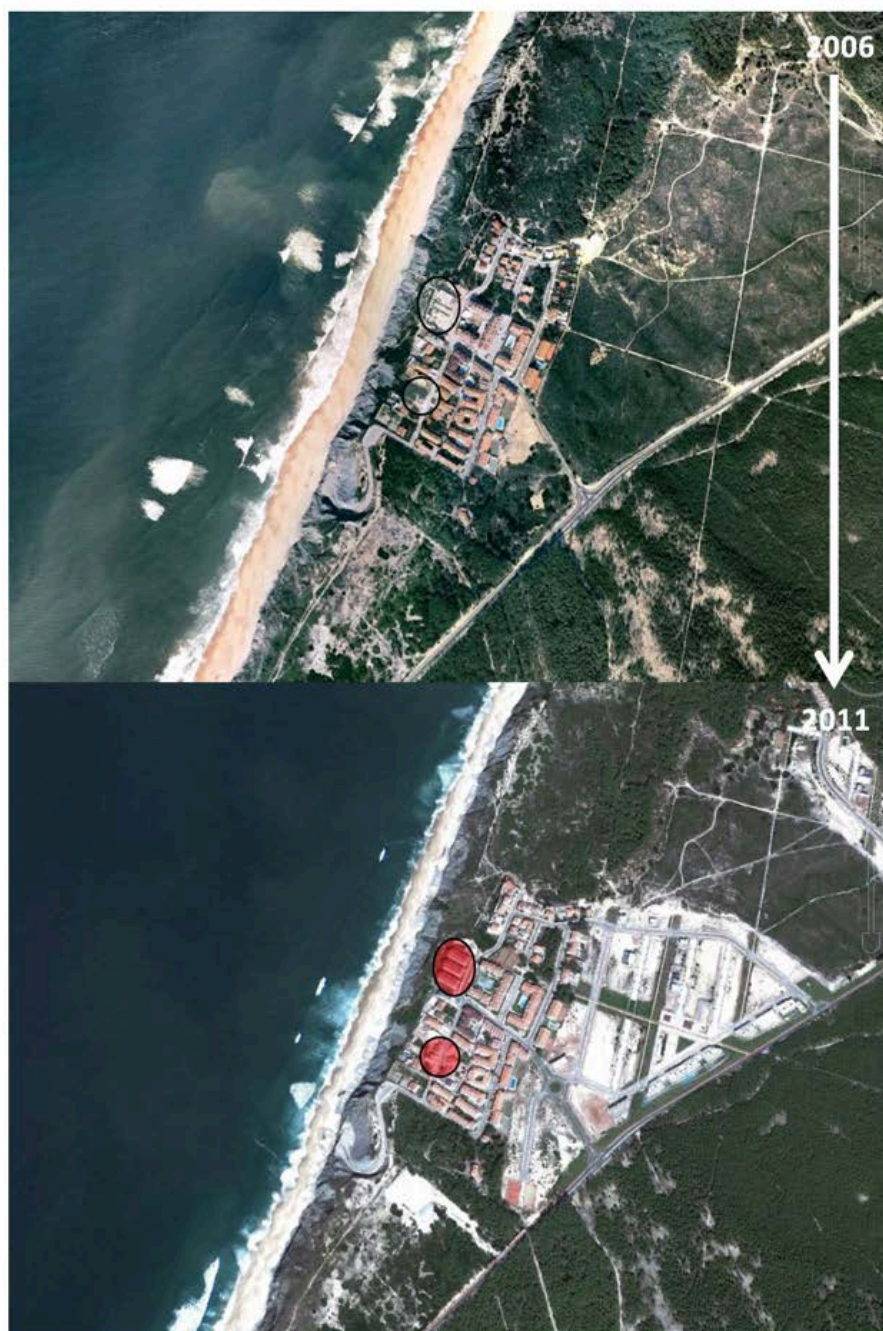
Edificado em Zona de Margem

Edificado localizado na zona de Margem
E1; E2; E4; E5; E6; E8; E9; E10; E11; E13; E14; E15; E27; E16; E17; E21; E22; E23; E26; E29

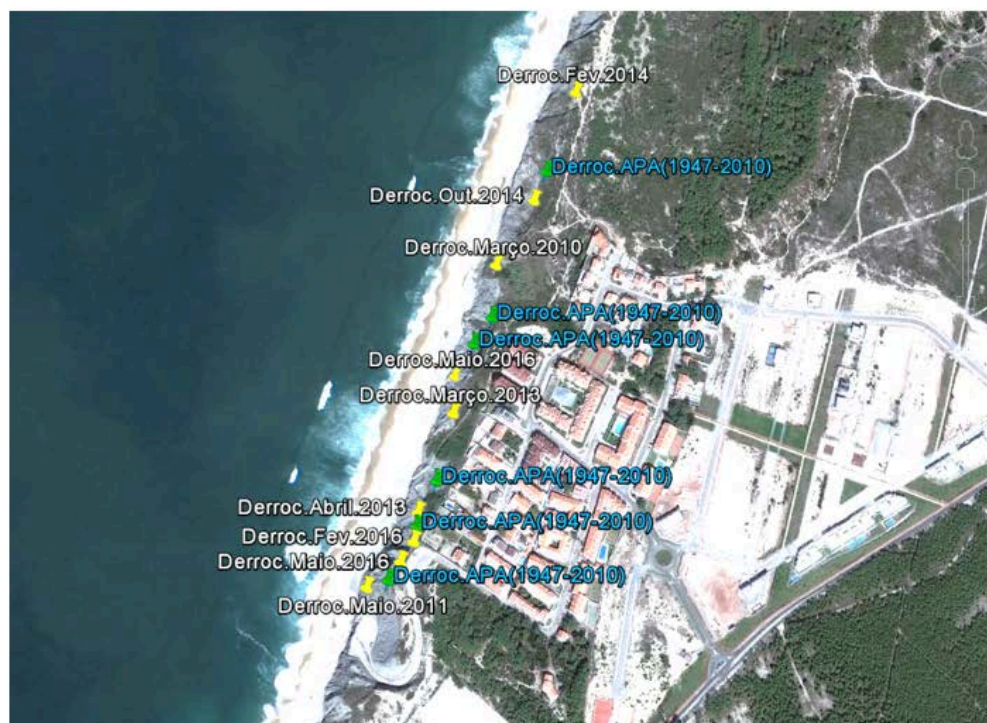


Evolução Do Edificado em faixa de risco

Novo Edificado em Zona de Risco



Instabilidades



Anexo III - Custos de Proteção – Pedra do Ouro

Tabela 8.2 - Tabela dos custos de proteção para a frente urbana da "Pedra do Ouro", incluindo os respectivos cenários 1 e 2.

anos	Cenário 1				Cenário 2			
	10 anos de vida útil		25 aos de vida útil		10 anos de vida útil		25 anos de vida útil	
	custo instantâneo	custo acumulado	custo instantâneo	custo acumulado	custo instantâneo	custo acumulado	custo instantâneo	custo acumulado
2015	137 455 €	137 455 €	137 455 €	137 455 €	1 263 375 €	1 263 375 €	1 263 375 €	1 263 375 €
2020	31 870 €	287 787 €	31 870 €	287 787 €	292 920 €	2 645 105 €	292 920 €	2 645 105 €
2025	194 317 €	619 435 €	36 946 €	462 063 €	1 786 005 €	5 693 341 €	339 574 €	4 246 910 €
2030	31 870 €	769 767 €	42 830 €	664 097 €	292 920 €	7 075 071 €	393 659 €	6 103 840 €
2035	268 238 €	1 175 335 €	49 652 €	898 310 €	2 465 424 €	10 802 725 €	456 359 €	8 256 531 €
2040	31 870 €	1 325 667 €	261 581 €	1 373 847 €	292 920 €	12 184 456 €	2 404 238 €	12 627 282 €
2045	364 335 €	1 827 333 €	31 870 €	1 524 179 €	3 348 669 €	16 795 355 €	568 776 €	15 310 254 €
2050	31 870 €	1 977 665 €	36 946 €	1 698 455 €	292 920 €	18 177 085 €	659 367 €	18 420 554 €
2055	489 261 €	2 604 256 €	42 830 €	1 900 489 €	4 496 887 €	23 936 202 €	764 387 €	22 026 244 €
2060	31 870 €	2 754 588 €	49 652 €	2 134 701 €	292 920 €	25 317 933 €	886 134 €	26 206 227 €
2065	651 665 €	3 543 584 €	478 801 €	2 827 459 €	5 989 570 €	32 569 733 €	4 400 747 €	34 425 447 €
2070	31 870 €	3 693 916 €	31 870 €	2 977 791 €	292 920 €	33 951 464 €	568 776 €	37 108 419 €
2075	862 790 €	4 694 036 €	36 946 €	3 152 067 €	7 930 059 €	43 143 753 €	659 367 €	40 218 718 €
2080	31 870 €	4 844 368 €	42 830 €	3 354 101 €	292 920 €	44 525 484 €	764 387 €	43 824 408 €
2085	1 137 252 €	6 118 951 €	49 652 €	3 588 313 €	10 452 694 €	56 240 408 €	886 134 €	48 004 391 €
2090	31 870 €	6 269 283 €	858 936 €	4 661 205 €	292 920 €	57 622 138 €	7 894 638 €	59 717 503 €
2095	1 494 053 €	7 900 667 €	31 870 €	4 811 538 €	13 732 120 €	72 616 488 €	568 776 €	62 400 475 €
2100	31 870 €	8 050 999 €	36 946 €	4 985 814 €	292 920 €	73 998 219 €	659 367 €	65 510 775 €
2105	1 957 895 €	10 146 224 €	42 830 €	5 187 847 €	17 995 373 €	93 255 823 €	764 387 €	69 116 464 €
2110	31 870 €	10 296 556 €	49 652 €	5 422 060 €	292 920 €	94 637 553 €	886 134 €	73 296 447 €
2115	2 560 889 €	12 994 776 €	1 524 172 €	7 160 189 €	23 537 603 €	119 437 386 €	14 008 948 €	91 123 869 €

Anexo IV - Custos de Acomodação e Relocalização no ano inicial (2015) – Pedra do Ouro

Tabela 8.3 - Custos de acomodação e relocalização no ano inicial (2015) para a frente urbana "Pedra do Ouro".

Edificado	Tipo	Andares	Actividade	Área superficial (m2)	Área total (m2)	Preço Zona (euro/m)	Preço Construção (euros)	Preço médio demolição (euros)	Acomodação (euros)	Relocalização (euros)
E27	particular	1	particular	200,61	200,61	634,41 €	127 268,99 €	3 242,00 €	19 090,35 €	130 510,99 €
E29	particular	2	particular	214,05	428,1	634,41 €	271 590,92 €	3 506,00 €	40 738,64 €	275 096,92 €
E1	particular	2	particular	151,56	303,12	634,41 €	192 302,36 €	2 553,00 €	28 845,35 €	194 855,36 €
E2	particular	2	particular	121,41	242,82	634,41 €	154 047,44 €	2 077,00 €	23 107,12 €	156 124,44 €
E4	particular	2	particular	151,90	303,8	634,41 €	192 733,76 €	2 558,00 €	28 910,06 €	195 291,76 €
E5	particular	2	particular	121,34	242,68	634,41 €	153 958,62 €	2 076,00 €	23 093,79 €	156 034,62 €
E8	particular	2	particular	146,91	293,82	634,41 €	186 402,35 €	2 480,00 €	27 960,35 €	188 882,35 €
E9	particular	2	particular	121,30	242,6	634,41 €	153 907,87 €	2 071,00 €	23 086,18 €	155 978,87 €
E10	particular	2	particular	123,43	246,86	634,41 €	156 610,45 €	2 110,00 €	23 491,57 €	158 720,45 €
E11	particular	2	particular	120,55	241,1	634,41 €	152 956,25 €	2 064,00 €	22 943,44 €	155 020,25 €
E12	particular	2	particular	152,96	305,92	634,41 €	194 078,71 €	2 559,00 €	29 111,81 €	196 637,71 €
E13	particular	2	particular	482,14	964,28	634,41 €	611 748,87 €	7 723,00 €	91 762,33 €	619 471,87 €
E14	particular	1	particular	300,24	300,24	634,41 €	190 475,26 €	4 787,00 €	28 571,29 €	195 262,26 €
E15	particular	2	particular	246,46	492,92	634,41 €	312 713,38 €	4 021,00 €	46 907,01 €	316 734,38 €
E16	particular	2	particular	597,76	1195,52	634,41 €	758 449,84 €	9 521,00 €	113 767,48 €	767 970,84 €
E17	particular	2	particular	450,08	900,16	634,41 €	571 070,51 €	7 227,00 €	85 660,58 €	578 297,51 €
E18	particular	2	particular	130,90	261,8	634,41 €	166 088,54 €	2 214,00 €	24 913,28 €	168 302,54 €
E22	particular	2	particular	147,15	294,3	634,41 €	186 706,86 €	2 484,00 €	28 006,03 €	189 190,86 €
E23	particular	2	particular	283,80	567,6	634,41 €	360 091,12 €	4 608,00 €	54 013,67 €	364 699,12 €
E25	apoio	1	balnear	73,67	73,67	634,41 €	46 736,98 €	1 410,78 €	7 010,55 €	48 147,76 €
E26	apoio	1	comercial	89,40	89,4	634,41 €	56 716,25 €	1 712,01 €	8 507,44 €	58 428,26 €
total							5 196 655,32 €	73 003,79 €	779 498,30 €	5 269 659,11 €

Anexo V - Dados característicos das arribas por frente urbana do POC-ACE

Tabela 8.4 - Dados característicos das arribas por frente urbana do POC-ACE.

Distrito	Concelho	Frente urbana	Frente Urbana nº	Extensão da frente urbana (m)	Altura média (m)	Altura max. (m)	Altura min (m)	Nº falhas	Decliv e max. (°)	Declive médio (°)	Nº instabilidades (1947-2010;APA)	Recuo máximo (m) (1947-2010;APA)	Área máxima (m2) (1947-2010;APA)	Extensão máxima (1947-2010;APA)	Nº instabilidades recentes	Potência onda média (W/m)	Proteção de sopé (natural)	Obras de estabilização das arribas (artificial)	Preço obra (€)	Litologia abrangida (litologia que mais se destaca)	Suscetibilidade média
Leiria	Alcobaça	Água de Madeiros	1	171,4	13,9	23	10	1	65,9	46	5	10	151	28	-	23614,1	Praia com blocos e plataforma de abrasão	-	-	Calcários margosos, calcários e margas calcárias	moderada
Leiria	Alcobaça	Pedra do Ouro	2	610	30,7	41	14	1	66	42	4	8	71	25	8 (registos de locais)	22808,1	Praia e plataforma de abrasão	Betão projetado (2015 Dez) (CMA)	137 455,05 €	Margas calcárias e calcários margosos	moderada
Leiria	Alcobaça	Paredes Vitória	3	800	30,9	50	14	0	76	42	0	0	0	0	-	25192,0	Praia	Paredão de blocos (2015) (CMA) (2015 Dez)	-	Areias micáceas e cascalheiras	moderada
Leiria	Alcobaça	Mina	4	550	54,0	60	50,6	0	75	27	2	3	-	-	-	22648,0	Praia com cone de dejeção e blocos	-	-	Margas evaporíticas com gesso, areias micáceas e cascalheiras e arenitos argilosos com níveis de argilas e conglomerados	moderada
Leiria	Alcobaça	Vale furado	5	1480	39,5	59	30	0	86	65	10	7	164	52	-	21633,1	Praia, plataforma de abrasão e blocos	-	-	Arenitos argilosos, conglomerados e argilas	elevada
Leiria	Alcobaça	Vale Pardo	6	820	53,3	57	49	0	83,4	36,5	2	10	-	-	-	21694,9	Praia	-	-	Arenitos argilosos, conglomerados e argilas	elevada
Leiria	Alcobaça	Águas luxuosas	7	560	43,7	54,3	19	0	65,5	28,4	1	3	-	-	-	23324,3	Praia com plataforma de abrasão	-	-	Arenitos argilosos, conglomerados e argilas	moderada
Leiria	Alcobaça	Légua	8	785	55,2	59	30	0	74	40	1	7	82	19	-	22712,5	Praia	-	-	Areias, arenitos argilosos, conglomerados e argilas	moderada
Leiria	Nazaré	Nazaré	9	1500	97,2	118	39	0	85	76	7	5	60	25	-	22442,0	Praia, plataforma de abrasão e blocos	-	-	Calcários	moderada
Leiria	Alcobaça	Salgados	10	1410	16,8	29	12	0	87	50	9	13	523	72	-	18131,7	Praia, plataforma de abrasão e blocos	-	-	Calcários margosos com intercalações arenosas	moderada
Leiria	Alcobaça	Serra dos Mangues	11	1050	103,5	111	85,7	0	76	40	10	8	-	-	-	18518,1	Blocos	-	-	Arenitos, siltitos e margo-calcários	elevada
Leiria	Alcobaça	Gralha	12	1000	71,2	106	43	2	81	53	4	12	-	-	-	22906,0	Praia e cone de dejeção	-	-	Arenitos, siltitos e margo-calcários	moderada
Leiria	Alcobaça	São Martinho	13	1800	52,5	84,49	36,2	2	82	45	12	150	13584	130	-	22487,3	Blocos,	Redes de proteção + muro no Morro de Santo António (CMA) (2015/Dez)	-	Arenitos, siltitos e margo-calcários	moderada
Leiria	Alcobaça	Salir do porto	14	670	62,4	91	26	2	81	40	8	5	-	-	-	20825,2	Plataforma de abrasão e blocos	-	-	Arenitos, siltitos e margo-calcários	moderada

Tabela 8.4 – Dados característicos das arribas por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Distrito	Concelho	Frente urbana	Frente Urbana nº	Extensão da frente urbana (m)	Altura média (m)	Altura max. (m)	Altura min (m)	Nº falhas	Declive max. (°)	Declive médio (°)	Nº instabilidades (1947-2010;APA)	Recuo máximo (m) (1947-2010;APA)	Área máxima (m2) (1947-2010;APA)	Extensão máxima (1947-2010;APA)	Nº instabilidades recentes	Potência onda média (W/m)	Proteção de sopé (natural)	Obras de estabilização das arribas (artificial)	Preço obra (€)	Litologia abrangida (litologia que mais se destaca)	Suscetibilidade média
Leiria	Caldas da Rainha	Boavista	15	1480	71,4	85	61	1	77	26	5	8		96	-	22077,7	Blocos	-	-	Margas e arenitos e calcários margosos e argilitos, siltitos com níveis de arenitos	moderada
Leiria	Caldas da Rainha	Foz do Arelho	16	712	48,8	65	29	0	80	48	7	11	607	65	-	20351,1	Praia com blocos	-	-	Arenitos	moderada
Leiria	Óbidos	Cortiço	17	190	11,5	26	7	0	84	68	4	4	395	168	-	19036,9	Praia com plataforma de abrasão	-	-	Arenitos a conglomerados caulíniferos, com intercalações de argilas, lenhites e enxofre	elevada
Leiria	Óbidos	Casais dos Covões	18	610	29,5	37,5	19,6	0	72	63	3	4		75	-	18318,5	Praia	-	-	Arenitos a conglomerados caulíniferos, com intercalações de argilas, lenhites e enxofre	muito elevada
Leiria	Óbidos	D'EL Rei	19	745	15,5	29	8	1	82	69	6	25	1480	225	-	18318,5	Praia	-	-	Arenitos a conglomerados caulíniferos, com intercalações de argilas, lenhites e enxofre	muito elevada
Leiria	Peniche	Casais do Baleal	20	200	8,9	9,9	7,8	1	77	57	9	4		18	-	15653,8	Praia	-	-	Margas e argilitos arenosos	muito elevada
Leiria	Peniche	Baleal	21	1300	11,1	24	7	0	76	62	1	4	23	14	-	16429,4	Praia, blocos e plataforma de abrasão e zonas sem proteção	-	-	Calcários compactos a margosos	moderada
Leiria	Peniche	Berlengas	22	3800	56,9	79	20		82	47	-	-	-	-	-	30033,8	Plataforma de abrasão e leixões	-	-	Granitos de grão médio a ocasionalmente fino	moderada
Leiria	Peniche	Peniche	23	7070	16,6	28	7	0	77	60	18	9		63	-	24850,3	Praia, blocos, plataforma de abrasão, e zonas sem proteção	Estrutura frontal aderente	-	Calcários, calcários margosos e margas arenosas, e calcários detriticos, oolíticos e bioclásticos	moderada
Leiria	Peniche	Consolação	24	855	13,5	17,9	11	0	81	69	8	3	136	72	1 (APA, 2015)	18525,2	Praia, plataforma de abrasão e blocos	Estabilização arribas (Tecnasol-FGE) (2014)	738 000,01 €	Calcários margosos com intercalações de margas siltosas	elevada
Leiria	Peniche	S.Bernardino	25	1117	26,2	30	20	0	78	60	4	7	145	51	1	15080,1	Praia com blocos, plataforma de abrasão	enrocamento+betão projectado (2016)	1 200 000 €	Arenitos e siltes argilosos, margas areníticas e calcários arenosos	moderada
Lisboa	Lourinhã	Paimogo	26	640	30,2	52	19	0	79	60	2	4	31	17	-	15531,9	Plataforma de abrasão e blocos	-	-	Arenitos argilosos, margas arenosas ou siltosas, siltitos argilosos e argilas	moderada
Lisboa	Lourinhã	Areia Branca	27	800	24,3	33	18,9	0	68	52	0	-	-	-	-	16030,1	Praia com blocos e plataforma de abrasão	(obras de estabilização - Irmãos Cavaco, SA.)	627.300,01€	Siltitos, arenitos argilosos, argilas e conglomerados	elevada
Lisboa	Lourinhã	Peralta	28	200	33,9	45	14,3	0	65	40	3	8	222	60	-	18382,7	Praia	-	-	Arenitos grosseiros caulíníticos e argilitos	moderada
Lisboa	Lourinhã	Atalaia/Porto das barcas	29	1612	40,6	57,3	20	0	81	61	15	10	254	85	-	17738,6	Praia, blocos e plataforma de abrasão	Enrocamento	-	Arenitos grosseiros caulíníticos e argilitos	elevada

Tabela 8.4 – Dados característicos das arribas por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Distrito	Concelho	Frente urbana	Frente Urbana nº	Extensão da frente urbana (m)	Altura média (m)	Altura max. (m)	Altura min (m)	Nº falhas	Decliv e max. (°)	Declive médio (°)	Nº instabilidades (1947-2010;APA)	Recuo máximo (m) (1947-2010;APA)	Área máxima (m2) (1947-2010;APA)	Extensão máxima (1947-2010;APA)	Nº instabilidades recentes	Potência onda média (W/m)	Proteção de sopé (natural)	Obras de estabilização das arribas (artificial)	Preço obra (€)	Litologia abrangida (litologia que mais se destaca)	Suscetibilidade média
Lisboa	Lourinhã	Porto Dinheiro	30	490	36,7	53	15	0	67	46	12	9	544	170	-	19200,0	Praia e blocos	Estrutura frontal aderente + enrocamento	-	Arenitos grosseiros cauliniticos e argilitos	moderada
Lisboa	Lourinhã	Valmitão	31	685	34,5	44,5	22,1	0	82	42	9	8	1161	170	-	20169,3	Praia, plataforma de abrasão e blocos	-	-	Arenitos grosseiros cauliniticos e argilitos	moderada
Lisboa	Lourinhã	Conchas	32	970	66,5	70,7	66,5	0	69	25	3	7	-	52	-	20095,2	Praia e blocos	-	-	Arenitos grosseiros cauliniticos e argilitos	moderada
Lisboa	Torres Vedras	Porto Novo	33	480	30,8	39	25	1	75	43	3	5	31	19	-	22827,1	Praia, plataforma de abrasão e blocos	Estrutura frontal aderente	-	Arenitos grosseiros cauliniticos e argilitos, arenitos e margas	moderada
Lisboa	Torres Vedras	Santa Rita	34	209	17,7	26	9	0	75	48	7	3	23	18	-	22827,1	Plataforma de abrasão, blocos e leixão	-	-	Arenitos e margas	elevada
Lisboa	Torres Vedras	Casal do Seixo	35	175	46,4	49	43	0	75	51	2	3	-	-	-	20988,0	Praia	-	-	Arenitos, margas e argilas	elevada
Lisboa	Torres Vedras	Santa Cruz	36	3047	25,2	30	17,7	3	81	51	7	11	58	25	-	22191,7	Praia, plataforma de abrasão e leixão	Estrutura frontal aderente	-	Siltes, argilas e arenitos; argilas gipsíferas e salíferas; siltes, argilas e arenitos; margas, conglomerados e arenitos	moderada
Lisboa	Torres Vedras	Amoeiras	37	530	44,2	55	36	2	80	42	3	5	-	28	-	22830,6	Praia	-	-	Arenitos e margas; pelitos, arenitos, margas e calcários	moderada
Lisboa	Torres Vedras	Azul	38	612	18,8	21	14,4	0	70	57	3	2	19	18	-	24737,6	Praia, plataforma de abrasão e blocos	Enrocamento	-	Pelitos, arenitos, margas e calcários	moderada
Lisboa	Torres Vedras	Foz	39	330	26,7	33,7	15,1	0	66	44	4	4	78	35	-	23529,6	Praia e blocos	-	-	Pelitos, arenitos, margas e calcários	moderada
Lisboa	Torres Vedras	Cambelas	40	477	59,2	80	57	2	82	57	13	10	539	104	-	27955,3	Praia, plataforma de abrasão e blocos	-	-	Arenitos, margas e calcários	elevada
Lisboa	Torres Vedras	Assenta	41	780	37,5	72	14	3	78	54	5	15	489	40	-	28982,0	Praia, plataforma de abrasão e blocos	-	-	Arenitos, margas e calcários	moderada
Lisboa	Mafra	Calada/Telefe	42	915	73,7	88	56	2	81	66	1	2	16	10	-	27482,6	Praia, cone de dejeção e blocos	Redes de protecção	-	Arenitos, pelitos, calcários margosos e dolomitos; pelitos e arenitos	moderada
Lisboa	Mafra	S. Lourenço	43	730	22,7	37	8,3	2	80	57	6	3	18	9	-	24680,8	Praia e blocos	-	-	Pelitos e arenitos	moderada
Lisboa	Mafra	Ribamar/Coxos	44	470	18,9	30	5	2	79	69	2	4	66	25	-	23948,0	Praia, blocos e plataforma de abrasão	-	-	Calcários e pelitos	moderada
Lisboa	Mafra	Ribeira D'Illhas	45	539	33,3	54	8,8	3	75	63	7	11	65	13	1	21725,9	Praia, blocos e plataforma de abrasão	Estrutura frontal aderente e elementos de cotenção	-	Calcários margosos, calcários arenosos e margas	moderada

Tabela 8.4 – Dados característicos das arribas por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Distrito	Concelho	Frente urbana	Frente Urbana nº	Extensão da frente urbana (m)	Altura média (m)	Altura max. (m)	Altura min (m)	Nº falhas	Decliv e max. (°)	Declive médio (°)	Nº instabilidades (1947-2010;APA)	Recuo máximo (m) (1947-2010;APA)	Área máxima (m2) (1947-2010;APA)	Extensão máxima (1947-2010;APA)	Nº instabilidades recentes	Potência onda média (W/m)	Proteção de sopé (natural)	Obras de estabilização das arribas (artificial)	Preço obra (€)	Litologia abrangida (litologia que mais se destaca)	Suscetibilidade média
Lisboa	Mafra	Ericeira	46	2300	15,15	20	5,8	3	78	59	2	4	22	9	-	18222,3	Praia, plataforma de abrasão e blocos	Estrutura frontal aderente, elementos de contenção e enrocamentos	-	Calcários margosos, calcários arenosos, margas e calcários	moderada
Lisboa	Mafra	Fonte boa da Brincosa	47	180	48,6	51	45	0	78	50	0	-	-	-	-	19211,4	Praia, plataforma de abrasão e blocos	-	-	Calcários margosos, calcários arenosos e margas	moderada
Lisboa	Mafra	S.Julião	48	520	11,9	25	8	0	78	56	1	3	12	6	-	19515,8	Praia, plataforma de abrasão e blocos	-	-	Calcários e arenitos	moderada
Lisboa	Mafra	Cortezia (residual)	49	1015	39,62	59	25,8	2	79	54	2	70	-	-	-	20492,9	Praia, plataforma de abrasão e blocos	-	-	Calcários e margas	moderada
Lisboa	Sintra	Samarra	50	671	34,2	56	21,6	0	66	40	0	0	0	0	-	20828,6	Praia, plataforma de abrasão e blocos	-	-	Calcários e margas	moderada
Lisboa	Sintra	Casal dos pianos (residual)	51	1024	69,8	82	59	0	76	50	0	0	0	0	-	20939,0	Blocos	-	-	Calcários, margas e basaltos	moderada
Lisboa	Sintra	Magoito	52	470	21,8	30	13	1	76	54	0	0	0	0	-	20579,0	Praia, plataforma de abrasão e blocos	Estrutura frontal aderente	-	Calcários e margas	moderada
Lisboa	Sintra	Praia da Aguda (residual)	53	175	60	68	52	0	73	50	0	0	0	0	-	20555,0	Praia, plataforma de abrasão e blocos	-	-	Calcários e margas	moderada
Lisboa	Sintra	Aguda	54	150	52	53	51	0	77	58	1	8	34	8	-	21681,2	Praia, plataforma de abrasão e blocos	-	-	Calcários e margas	moderada
Lisboa	Sintra	Azenhas do Mar	55	1409	38,28	63	22	2	81	67	0	0	0	0	-	23405,1	Praia, plataforma de abrasão e blocos	Estrutura frontal aderente e elementos de contenção	-	Calcários e margas	moderada
Lisboa	Sintra	Mações	56	800	19,42	21,9	14	0	73	55	0	0	0	0	-	21805,7	Praia, plataforma de abrasão e blocos	Estrutura frontal aderente	-	Calcários e margas	moderada
Lisboa	Sintra	Praia Grande+Pequena	57	1452	38,43	73,03	20	2	84	60	3	14	171	44	-	22062,4	Praia, plataforma de abrasão e blocos	Estrutura frontal aderente e elementos de contenção	-	Calcários e margas; arenitos, pelitos e dolomiticos	moderada
Lisboa	Sintra	Adraga	58	170	56,1	60	51	0	82	47	0	0	0	0	-	21680,6	Praia	Estrutura frontal aderente e redes de proteção	-	Calcários e margas	moderada
Lisboa	Cascais	Cabo da Roca	59	450	125,36	136	109	0	83	42	3	6	-	20	-	21530,0	Blocos e leixão	-	-	Brecha poligénica máfica e sienito	moderada
Lisboa	Cascais	Azóia/residual	60	300	62,01	90	34,9	0	82	54	0	0	0	0	-	17565,4	Plataforma de abrasão, blocos e leixão	-	-	Granitos	moderada
Lisboa	Cascais	Abano	61	225	84,7	18	9,9	1	74	53	0	0	0	0	-	21910,2	Praia e blocos	-	-	Calcários e margas	moderada

Tabela 8.4 – Dados característicos das arribas por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Distrito	Concelho	Frente urbana	Frente Urbana nº	Extensão da frente urbana (m)	Altura média (m)	Altura max. (m)	Altura min (m)	Nº falhas	Declive max. (°)	Declive médio (°)	Nº instabilidades (1947-2010;APA)	Recuo máximo (m) (1947-2010;APA)	Área máxima (m2) (1947-2010;APA)	Extensão máxima (1947-2010;APA)	Nº instabilidades recentes	Potência onda média (W/m)	Proteção de sopé (natural)	Obras de estabilização das arribas (artificial)	Preço obra (€)	Litologia abrangida (litologia que mais se destaca)	Suscetibilidade média
Lisboa	Cascais	Guincho+Crismina	62	1880	11,01	15	6,6	2	68	47	9	6	145	44	-	22711,1	Praia, plataforma de abrasão e blocos	Estrutura frontal aderente	-	Calcários e margas; Calcários e arenitos	moderada
Lisboa	Cascais	Quinta da Marinha	63	3700	7,39	20	3,3	4	70	56	1	6	-	20	-	17838,3	Plataforma de abrasão e blocos	Estrutura frontal aderente	-	Calcários	moderada
Lisboa	Cascais	Guia	64	525	21,9	27,5	12,6	1	74	58	1	5	-	21	-	17838,3	Blocos	Estrutura frontal aderente	-	Margas e calcários	moderada
Lisboa	Cascais	Cascais	65	2870	15,3	33	5,2	1	79	66	0	0	0	0	-	11309,9	Praia, plataforma de abrasão e blocos	Estrutura frontal aderente	-	Calcários	moderada
Lisboa	Cascais	Estoril	66	315	15	15,3	14	1	69	57	0	0	0	0	-	5771,5	Praia e plataforma de abrasão	Estrutura frontal aderente + elementos de contenção	-	Calcários, margas, arenitos e dolomitos	moderada
Lisboa	Cascais	S.João do estoril	67	1220	12,2		8	3	71	46	0	0	0	0	-	11309,0	Praia, plataforma de abrasão e blocos	Estrutura frontal aderente + elementos de contenção	-	Calcários, arenitos, margas e dolomitos	moderada
Lisboa	Cascais	S.Pedro do estoril	68	965	13	15,3	7,9	5	70	59	8	7	150	44	-	5771,5	Praia e blocos	Estrutura frontal aderente + elementos de contenção	-	Calcários e arenitos	moderada
Lisboa	Cascais	Parede	69	890	16,4	20	13	15	65	52	10	3	24	18	-	5467,9	Plataforma de abrasão e blocos	Estrutura frontal aderente + elementos de contenção	-	Calcários e arenitos, pelitos arenitos e conglomerados	moderada
Lisboa	Cascais	Carcavelos	70	360	4,92	8	3	1	65	39	0	0	0	0	-	7013,0	Plataforma de abrasão	Estrutura frontal aderente	-	Calcários	moderada
Lisboa	Sesimbra	Bicas	71	560	31,71	37,3	22	1	83	75	8	150	4000	160	-	14611,4	Praia e blocos	-	-	Arenitos argilosos e areias	elevada
Lisboa	Sesimbra	Cabo Espichel	72	981	116,3	128	95	0	83	55	7	3	-	100	-	22267,2	Plataforma de abrasão e blocos	-	-	Calcários e Margas e calcários compactos	moderada

Anexo VI - Dados dos edificadados em Faixa de Salvaguarda por frente urbana do POC-ACE

Tabela 8.5 - Dados dos edificadados em Faixa de Salvaguarda por frente urbana do POC-ACE.

Distrito	Concelho	Local	Frente urbana nº	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba mar	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível I	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível II	Edificado em Área de Instabilidade Potencial	Total de edificadados em faixas de salvaguarda
Leiria	Alcobaça	Água de Madeiros	1	0	- 10 ed particulares	- 7 ed particulares	0	17
Leiria	Alcobaça	Pedra do Ouro	2	0	- 1 piscina particular - 3 ed particulares	- 18 ed particulares - 1 piscina particular	- 1 ed apoio balnear - 1 ed apoio comercial	23
Leiria	Alcobaça	Paredes Vitória	3	- 1 ed apoio balnear	- 1 ed particular	- 6 ed particulares	0	8
Leiria	Alcobaça	Mina	4	0	- 17 ed particulares	- 8 ed particulares	- 1 piscina particular	25
Leiria	Alcobaça	Vale Furado	5	0	- 27 ed particular	- 17 ed particulares - 2 ed apoio balnear	- 19 ed particulares	65

Tabela 8.5 – Dados dos edificadas em Faixa de Salvaguarda por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Distrito	Concelho	Local	Frente urbana nº	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba mar	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível I	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível II	Edificado em Área de Instabilidade Potencial	Total de edificadas em faixas de salvaguarda
Leiria	Alcobaça	Vale Pardo	6	0	-1 ed particular	-1 ed particular	- 1 ed particular	3
Leiria	Alcobaça	Águas luxuosas	7	0	- 1 ed particular	- 6 ed particulares	- 2 ed particulares	9
Leiria	Alcobaça	Légua	8	0	- 14 ed particulares - 2 piscinas particulares	- 12 ed particular	- 5 ed particulares - 2 anexos precários particulares - 1 ed apoio comercial	34
Leiria	Nazaré	Nazaré	9	0	- 65 ed particulares - 1 ed apoio Forte	- 59 ed particulares	- 1 ed apoio comercial "Restaurante São Miguel" - 1 piscina particular - 108 ed particulares	234
Leiria	Alcobaça	Salgados	10	0	- 43 ed particulares	-36 ed particulares	- 5 ed particulares	84
Leiria	Alcobaça	Serra dos Mangues	11	0	- 8 ed particulares	0	0	8

Tabela 8.5 – Dados dos edifícios em Faixa de Salvaguarda por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Distrito	Concelho	Local	Frente urbana nº	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba mar	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível I	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível II	Edificado em Área de Instabilidade Potencial	Total de edifícios em faixas de salvaguarda
Leiria	Alcobaça	Gralha	12	0	0	- 10 ed particulares	0	10
Leiria	Alcobaça	São Martinho do Porto	13	- 23 ed particulares - 1 ed apoio marítimo	- 11 ed particulares	- 24 ed particulares - 3 anexos precários	- 5 ed particulares	67
Leiria	Alcobaça	Salir do Porto	14	0	- 2 ed particulares	0	- 2 ed particulares	4
Leiria	Caldas da Rainha	Boavista	15	0	- 2 ed particulares - 1 ed apoio comunicação	- 12 ed particulares	- 2 ed particulares	17
Leiria	Caldas da Rainha	Foz do Arelho	16	- 3 ed particulares - 7 ed apoio comercial - 2 ed precário - 1 ed apoio balnear	- 8 ed particulares - 1 ed apoio comercial	- 12 ed particulares	- 4 ed particulares	38
Leiria	Óbidos	Rio Cortiço	17	0	-1 ed apoio balnear -1 ed apoio particular	- 1 ed particular	0	3

Tabela 8.5 – Dados dos edificadas em Faixa de Salvaguarda por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Distrito	Concelho	Local	Frente urbana nº	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba mar	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível I	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível II	Edificado em Área de Instabilidade Potencial	Total de edificadas em faixas de salvaguarda
Leiria	Óbidos	Casais dos Covões	18	0	0	- 4 ed particulares	0	4
Leiria	Óbidos	De'l Rei	19	0	0	- 1 ed comercial (hotel) - 6 ed particular - 1 piscina particular - 1 campo de golf	0	7
Leiria	Peniche	Casais do Baleal	20	0	- 1 ed particular	- 5 ed particulares	0	6
Leiria	Peniche	Baleal	21	0	- 11 ed particular - 1 ed apoio Hotel - 1 tipo de apoio industrial	- 22 ed particulares	0	35
Leiria	Peniche	Berlengas	22	-	-	-	-	-
Leiria	Peniche	Peniche	23	- 1 ed apoio praia "Bar Restaurante Praia do P.A.S"	- 32 ed particulares - 1 ed apoio balnear "Restaurante nau dos corvos" - 1 forte da Luz (ruínas)	- 55 ed particulares - 1 ed apoio industrial - 1 ed particular "Santuário Nossa Senhora dos Remédios"	0	92

Tabela 8.5 – Dados dos edificadados em Faixa de Salvaguarda por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Distrito	Concelho	Local	Frente urbana nº	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba mar	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível I	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível II	Edificado em Área de Instabilidade Potencial	Total de edificadados em faixas de salvaguarda
Leiria	Peniche	Consolação	24	0	- 7 ed particulares	- 7 ed particulares - 1 ed Forte da Consolação	- 2 ed particular	17
Leiria	Peniche	São Bernardino	25	0	- 4 ed particulares	- 5 ed particulares	- 1 ed apoio balnear	10
Lisboa	Lourinhã	Paimogo	26	0	- 1 ed Forte de Paimogo	- 2 ed particulares	- 1 ed apoio comercial "Restaurante Paimogo" - 2 ed anexo precário	6
Lisboa	Lourinhã	Areia Branca	27	- 1 ed apoio comercial "Foz Bar Restaurante" - 1 ed apoio balnear - 1 ed comercial	- 7 ed particulares - 1 ed apoio comercial "Restaurante Bar Vigia"	- 14 ed particulares	0	25
Lisboa	Lourinhã	Peralta	28	- 1 ed comercil "Peralta bar"	- 1 ed particular	0	0	2

Tabela 8.5 – Dados dos edifícios em Faixa de Salvaguarda por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Distrito	Concelho	Local	Frente urbana nº	Edifício em Faixa de Salvaguarda arriba mar	Edifício em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível I	Edifício em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível II	Edifício em Área de Instabilidade Potencial	Total de edifícios em faixas de salvaguarda
Lisboa	Lourinhã	Atalaia/porto das barcas	29	- 1 ed de apoio “Bar Porto das Barcas” - 1 ed apoio hotel - 1 ed apoio precário (pesca)	- 2 ed particulares	- 5 ed particular - 1 piscina particular	0	10
Lisboa	Lourinhã	Porto Dinheiro	30	- 1 ed apoio comercial “Restaurante O Viveiro”	- 1 ed apoio comercial “Restaurante O Remo”	- 1 ed apoio “posto de socorro” - 6 ed particular; - 1 piscina particular;	- 1 ed apoio agricultura	10
Lisboa	Lourinhã	Valmitão	31	- 1 ed apoio balnear	- 6 ed particular	- 7 ed particulares - 1 piscina privada - 1 ed apoio agricultura	0	15
Lisboa	Torres Vedras	Praia das Conchas	32	0	- 1 ed particular	0	0	1
Lisboa	Torres Vedras	Porto Novo	33	- 4 ed apoio comercial - 4 ed de Hotel - 1 ed apoio balnear - 11 ed particulares	- 2 ed apoio hotel - 2 piscina do hotel	- 1 piscina do hotel	- 2 ed particulares	24

Tabela 8.5 – Dados dos edificadados em Faixa de Salvaguarda por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Distrito	Concelho	Local	Frente urbana nº	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba mar	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível I	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível II	Edificado em Área de Instabilidade Potencial	Total de edificadados em faixas de salvaguarda
Lisboa	Torres Vedras	Sta Rita	34	- 1 ed apoio comercial (restaurante Grão de Areia); - 8 ed anexo precário	0	0	0	9
Lisboa	Torres Vedras	Casal do Seixo	35	0	0	- 2 ed particulares	0	2
Lisboa	Torres Vedras	Santa Cruz	36	- 8 ed apoio balnear - 2 ed particular - 4 ed apoio comercial - 1 ed anexo precário	- 3 ed apoio balnear - 1 ed apoio comercial - 18 ed particular - 16 ed apoios balneares - 1 ed apoio comercial	- 62 ed particulares - 8 piscina particular	- 1 ed apoio balnear - 1 ed apoio comercial	118
Lisboa	Torres Vedras	Casais das Amoeiras	37	0	0	- 7 ed particulares	0	7
Lisboa	Torres Vedras	Praia Azul	38	- 2 ed apoio balnear	- 1 hotel - 1 piscina particular - 1 ed particular	- 2 ed particulares	0	6
Lisboa	Torres Vedras	Foz	39	- 1 ed apoio balnear	- 1 ed particular - 1 ed apoio balnear (Restaurante Foz Atlântico)	0	0	3

Tabela 8.5 – Dados dos edificadados em Faixa de Salvaguarda por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Distrito	Concelho	Local	Frente urbana nº	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba mar	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível I	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível II	Edificado em Área de Instabilidade Potencial	Total de edificadados em faixas de salvaguarda
Lisboa	Torres Vedras	Cambelas	40	0	- 1 ed particular	- 2 ed particulares	0	3
Lisboa	Torres Vedras	Assenta	41	0	- 5 ed particular	- 3 ed particular	- 1 ed particular - 1 piscina particular	9
Lisboa	Mafra	Calada/talefe	42	0	0	- 1 ed particular - 1 edificio apoio Hotel - 2 ed apoio industrial	0	4
Lisboa	Mafra	São Lourenço	43	0	- 1 forte de São Lourenço - 6 ed particulares	- 9 ed particulares - 1 ed apoio agricultura	0	17
Lisboa	Mafra	Ribamar/Coxos	44	- 2 apoios balnear	0	- 1 piscina privada	0	2
Lisboa	Mafra	Ribeira D'ilhas	45	- 2 apoios de praia	0	- 7 ed particulares	0	9

Tabela 8.5 – Dados dos edifícios em Faixa de Salvaguarda por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Distrito	Concelho	Local	Frente urbana nº	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba mar	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível I	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível II	Edificado em Área de Instabilidade Potencial	Total de edifícios em faixas de salvaguarda
Lisboa	Mafra	Ericeira	46	- 15 apoios balneares - 1 anexo precário - 4 ed particulares	- 130 ed particulares; - 1 ed apoio "Restaurante Furnas" - 2 piscinas privadas - 1 forte de mil regos	- 196 ed particular - 2 piscina particular - 2 ed apoio comercial	0	350
Lisboa	Mafra	Fonte Boa da Brincosa	47	0	0	- 5 ed particulares; - 2 piscinas particulares	0	5
Lisboa	Mafra	São Julião	48	- 1 ed apoio balnear	- 1 ed apoio balnear - 8 ed particulares	- 5 ed particulares	0	15
Lisboa	Sintra	(Residual) Cortezia	49	0	- 1 ed apoio industrial	- 8 ed particulares - 1 piscina particular - 1 ed apoio industrial	0	10
Lisboa	Sintra	Samarra	50	0	- 1 ed particular	- 1 ed particular	- 1 ed degradação	2
Lisboa	Sintra	Casal dos pianos (Residual)	51	0	- 2 ed apoio industrial - 1 ed particular	- 1 ed particular - 2 ed apoio industrial - 1 ed anexo precário	0	7

Tabela 8.5 – Dados dos edificadas em Faixa de Salvaguarda por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Distrito	Concelho	Local	Frente urbana nº	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba mar	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível I	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível II	Edificado em Área de Instabilidade Potencial	Total de edificadas em faixas de salvaguarda
Lisboa	Sintra	Magoito	52	- 5 ed apoio balnear	- 2 ed particulares - 1 ed apoio balnear	- 7 ed particulares - 1 piscina particular - 1 ed anexo precário	0	16
Lisboa	Sintra	Residual perto da “praia da aguda”	53	0	0	- 2 ed particulares	0	2
Lisboa	Sintra	Aguda	54	0	- 1 ed particular	0	0	1
Lisboa	Sintra	Azenhas do Mar	55	0	- 74 ed particulares - 3 piscina particulares	- 4 piscina particular - 31 ed particular - 1 ed apoio industrial	- 16 ed particulares - 1 ed apoio comercial - 2 piscina privada	123
Lisboa	Sintra	Praia das Maças	56	0	- 16 ed particulares - 4 piscina particulares	- 15 ed particular - 2 piscina particular	0	31
Lisboa	Sintra	Praia Grande+Pequena	57	- 12 ed apoio balnear; - 2 ed particular - 1 ed apoio comercial “Quiosque da Praia Grande”	- 4 ed particulares - 1 ed apoio balnear “Restaurante Nortada”	- 6 ed particulares - 1 ed apoio balnear “Restaurante O Crôa” - 1 ed Hotel da Vigia	0	28

Tabela 8.5 – Dados dos edificadados em Faixa de Salvaguarda por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Distrito	Concelho	Local	Frente urbana nº	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba mar	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível I	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível II	Edificado em Área de Instabilidade Potencial	Total de edificadados em faixas de salvaguarda
Lisboa	Sintra	Adraga	58	-1 ed apoio balnear -1 ed particular	0	0	0	2
Lisboa	Sintra	Cabo da Roca	59	0	- 4 ed apoio comercial - 1 ed apoio industrial - 1 ed monumento - 4 ed particular - 1 ed Farol Cabo da Roca	- 1 ed apoio comercial - 1 ed particular	0	13
Lisboa	Sintra	Azóia	60	0	0	- 3 ed particulares - 1 piscina	0	3
Lisboa	Cascais	Abano	61	0	- 1 ed apoio "Forte do abano/Forte do Guincho"	- 1 ed apoio comercial "Restaurante do abano"	0	2
Lisboa	Cascais	Guincho	62	- 1 piscina particular - 4 apoios balneares	- 1 apoio balnear "Restaurante João Padeiro" - 1 "Restaurante Mar de Guincho" - 1 apoio balnear Restaurante/Hotel "Fortaleza do Guincho" - 1 piscina particular - 1 apoio balnear "Restaurante Bar Muxaxo"	- 1 "Restaurante Mar de Guincho" - 1 apoio balnear Restaurante/Hotel "Fortaleza do Guincho" - 1 apoio balnear "Restaurante Bar Muxaxo"	- 1 piscina privada - 1 ed apoio comercial "Restaurante João Padeiro"	12

Tabela 8.5 – Dados dos edificadados em Faixa de Salvaguarda por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Distrito	Concelho	Local	Frente urbana nº	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba mar	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível I	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível II	Edificado em Área de Instabilidade Potencial	Total de edificadados em faixas de salvaguarda
Lisboa	Cascais	Quinta da Marinha	63	0	<ul style="list-style-type: none"> - 8 ed particulares - 1 Forte "Nossa Senhora da Guia" - 1 ed de apoio industrial - 1 apoio balnear "Restaurante Furnas do Guincho" - 1 Forte "S. Jorge de Oitavos" - 1 Forte "S. Bras" - 1 ed comercial "Viveiros de marisco pesca verde" - 4 ed apoio marítimo 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 piscina privada - 1 ed apoio "Restaurante Monte Mar" - 1 ed particular 	0	20
Lisboa	Cascais	Guia	64	0	<ul style="list-style-type: none"> - 6 apoio balnear; - 1 apoio comercial "restaurante bar waikiki"; - 1 ed particular 	<ul style="list-style-type: none"> - 2 apoio balnear - 1 igreja - 3 ed particular 	0	14
Lisboa	Cascais	Cascais	65	0	<ul style="list-style-type: none"> - 4 piscinas particulares - 33 ed particulares - 1 ed apoio balnear "Bar esplanada da Rainha" - 1 ed apoio "Farol Museu de Santa Maria" - 3 ed apoio balnear - 1 apoio balnear "Restaurante Mar do Inferno" 	<ul style="list-style-type: none"> - 16 ed particular - 1 apoio balnear "Bar boca do inferno" - 1 apoio balnear "Rochada Inferno" - 1 piscina privada - 1 ed apoio "E.E.A.R" - 1 monumento 	0	59
Lisboa	Cascais	Estoril	66	0	<ul style="list-style-type: none"> - 5 ed particulares - 2 piscina particular 	<ul style="list-style-type: none"> - 8 ed particulares 	-1 piscina privada	13
Lisboa	Cascais	São João do Estoril	67	<ul style="list-style-type: none"> - 1 ed particular - 2 ed apoio balnear 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 apoio balnear - 1 ed apoio "Forte San António da Barra" - 9 piscina privadas - 8 ed particulares - 1 ed apoio "Forte da Cadaveira" - 1 ed apoio "Forte de São. Pedro" 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 ed comercial "Alcatraz restaurante bar" - 1 ed apoio industrial - 5 edificadados particulares - 3 piscina privadas - 1 ed apoio comercial 	- 1 ed particulares	24

Tabela 8.5 – Dados dos edificadados em Faixa de Salvaguarda por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Distrito	Concelho	Local	Frente urbana nº	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba mar	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível I	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível II	Edificado em Área de Instabilidade Potencial	Total de edificadados em faixas de salvaguarda
Lisboa	Cascais	São Pedro do Estoril	68	- 1 ed comercial "Bar Pizzeria S.Pedro " - 1 ed particular	0	- 1 ed apoio recreação "centro de interpretação ambiental da pedra do sol" - 3 ed particulares - 1 piscina privada	0	6
Lisboa	Cascais	Parede	69	0	0	- 1 ed apoio comercial "Berrio Restaurante"; - 3 ed particular; - 1 piscina particular.	- 1 ed apoio balnear - 2 ed apoio comercial "Bar das avencas" e "taka restaurante" - 1 ed particular	8
Lisboa	Cascais	Carcavelos	70	0	0	0	0	0
Lisboa	Sesimbra	Bicas	71	0	- 1 ed apoio balnear	- 22 ed apoio particulares ("Campimeco") -1 ed particular	0	24
Lisboa	Sesimbra	Cabo Espichel	72	0	- 3 ed apoio público "Igreja de Nossa Senhora do Cabo" - 1 ed apoio público "Monumento Natural da Pedra da Mua"	- 7 ed apoio Farol do cabo espichel	0	11

Tabela 8.5 – Dados dos edificadados em Faixa de Salvaguarda por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Distrito	Concelho	Local	Frente urbana nº	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba mar	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível I	Edificado em Faixa de Salvaguarda arriba terra – nível II	Edificado em Área de Instabilidade Potencial	Total de edificadados em faixas de salvaguarda
Total edificadados	-	-	-	151	703	855	194	1903
Total edificadados privados (habitações)	-	-	-	47	614	810	176	1647

Anexo VII - Avaliação do Risco por frente urbana do POC-ACE

Tabela 8.6 - Avaliação do risco por frente urbana do POC-ACE.

Distrito	Concelho	Frente urbana	Frente Urbana nº	P.Ocorrência	Magnitudo	Perigosidade A.	nº edificados F.Risco em L.Arriba	Dano Potencial	C.Resposta	Vulnerabilidade	Índice de Risco	Grau de Risco
Leiria	Alcobaça	Água de Madeiros	1	4	4	16	17	5	1	5	0,64	elevado
Leiria	Alcobaça	Pedra do Ouro	2	5	4	20	23	5	1	5	0,8	muito elevado
Leiria	Alcobaça	Paredes Vitória	3	3	3	9	8	3	1	3	0,22	reduzido
Leiria	Alcobaça	Mina	4	4	5	20	26	5	1	5	0,8	muito elevado
Leiria	Alcobaça	Vale furado	5	5	4	20	67	5	1	5	0,8	muito elevado
Leiria	Alcobaça	Vale Pardo	6	5	4	20	3	3	1	3	0,48	médio
Leiria	Alcobaça	Águas luxuosas	7	3	4	12	9	3	1	3	0,29	reduzido
Leiria	Alcobaça	Légua	8	3	4	12	34	5	1	5	0,48	médio
Leiria	Nazaré	Nazaré	9	4	5	20	236	5	1	5		muito elevado
Leiria	Alcobaça	Salgados	10	4	4	16	84	5	1	5	0,64	elevado
Leiria	Alcobaça	Serra dos Mangues	11	5	4	20	8	3	1	3	0,48	médio
Leiria	Alcobaça	Gralha	12	4	5	20	10	4	1	4	0,64	elevado
Leiria	Alcobaça	São Martinho	13	4	5	20	67	5	2	2,5	0,4	médio
Leiria	Alcobaça	Salir do porto	14	4	5	20	4	3	1	3	0,48	médio
Leiria	Caldas da Rainha	Boavista	15	4	5	20	17	5	1	5	0,8	muito elevado
Leiria	Caldas da Rainha	Foz do Arelho	16	3	4	12	39	5	1	5	0,48	médio
Leiria	Óbidos	Cortiço	17	5	4	20	3	3	1	3	0,48	médio
Leiria	Óbidos	Casais dos Covões	18	5	4	20	4	3	1	3	0,48	médio
Leiria	Óbidos	D'EL Rei	19	5	4	20	8	3	1	3	0,48	médio
Leiria	Peniche	Casais do Baleal	20	5	4	20	5	3	1	3	0,48	médio
Leiria	Peniche	Baleal	21	3	3	9	35	5	1	5	0,36	reduzido

Tabela 8.6 – Avaliação do risco por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Distrito	Concelho	Frente urbana	Frente Urbana nº	P.Ocorrência	Magnitudo	Perigosidade A.	nº edificados F.Risco em L.Arriba	Dano Potencial	C.Resposta	Vulnerabilidade	Índice de Risco	Grau de Risco
Leiria	Peniche	Berlengas	22	4	4	16	-		-	-	-	Sem dados
Leiria	Peniche	Peniche	23	3	4	12	93	5	1	5	0,48	médio
Leiria	Peniche	Consolação	24	4	4	16	17	5	2	2,5	0,32	reduzido
Leiria	Peniche	S.Bernardino	25	4	4	16	10	4	1	4	0,51	médio
Lisboa	Lourinhã	Paimogo	26	4	5	20	6	3	1	3	0,48	médio
Lisboa	Lourinhã	Areia Branca	27	4	4	16	25	5	1	5	0,64	elevado
Lisboa	Lourinhã	Peralta	28	3	4	12	2	2	1	2	0,19	não significativo
Lisboa	Lourinhã	Atalaia/porto das barcas	29	4	4	16	11	4	2	2	0,26	reduzido
Lisboa	Lourinhã	Porto Dinheiro	30	4	4	16	11	4	2	2	0,26	reduzido
Lisboa	Lourinhã	Valmitão	31	4	5	20	16	5	1	5	0,8	muito elevado
Lisboa	Lourinhã	Conchas	32	3	4	12	1	2	1	2	0,19	não significativo
Lisboa	Torres Vedras	Porto Novo	33	4	4	16	27	5	2	2,5	0,32	reduzido
Lisboa	Torres Vedras	Sta Rita	34	5	4	20	9	3	1	3	0,48	médio
Lisboa	Torres Vedras	Casal do Seixo	35	4	4	16	2	2	1	2	0,26	reduzido
Lisboa	Torres Vedras	Sta.Cruz	36	5	4	20	129	5	2	2,5	0,4	médio
Lisboa	Torres Vedras	Amoeiras	37	4	4	16	7	3	1	3	0,38	reduzido
Lisboa	Torres Vedras	Azul	38	3	4	12	7	3	1	3	0,29	reduzido
Lisboa	Torres Vedras	Foz	39	3	4	12	3	3	1	3	0,29	reduzido
Lisboa	Torres Vedras	Cambelas	40	5	5	25	3	3	1	3	0,6	elevado
Lisboa	Torres Vedras	Assenta	41	5	5	25	11	3	1	3	0,6	elevado
Lisboa	Mafra	Calada/Telefe	42	4	5	20	4	3	1	3	0,48	médio
Lisboa	Mafra	S. Lourenço	43	4	4	16	17	5	1	5	0,64	elevado
Lisboa	Mafra	Ribamar/Coxos	44	4	4	16	3	3	1	3	0,38	reduzido
Lisboa	Mafra	Ribeira D'Ilhas	45	4	4	16	10	4	2	2	0,26	reduzido

Tabela 8.6 – Avaliação do risco por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Distrito	Concelho	Frente urbana	Frente Urbana nº	P.Ocorrência	Magnitudo	Perigosidade A.	nº edificados F.Risco em L.Arriba	Dano Potencial	C.Resposta	Vulnerabilidade	Índice de Risco	Grau de Risco
Lisboa	Mafra	Ericeira	46	4	4	16	357	5	2	2,5	0,32	reduzido
Lisboa	Mafra	Fonte boa da brincosa	47	3	4	12	7	3	1	3	0,29	reduzido
Lisboa	Mafra	S.Julão	48	4	4	16	15	4	1	4	0,51	médio
Lisboa	Mafra	cortezia residual	49	3	4	12	11	4	1	4	0,38	reduzido
Lisboa	Sintra	Samarra	50	3	4	12	3	3	1	3	0,29	reduzido
Lisboa	Sintra	residual/casal dos pianos	51	3	4	12	7	3	1	3	0,29	reduzido
Lisboa	Sintra	Magoito	52	3	4	12	17	5	1	5	0,48	médio
Lisboa	Sintra	residual/praiagem	53	3	4	12	2	2	1	2	0,19	não significativo
Lisboa	Sintra	Aguda	54	3	4	12	1	2	1	2	0,19	não significativo
Lisboa	Sintra	Azenhas do Mar	55	3	4	12	132	5	2	2,5	0,24	reduzido
Lisboa	Sintra	Maças	56	3	3	9	37	5	2	2,5	0,18	não significativo
Lisboa	Sintra	Praia Grande+Pequena	57	3	4	12	28	5	2	2,5	0,24	reduzido
Lisboa	Sintra	Adraga	58	3	5	15	2	2	1	2	0,24	reduzido
Lisboa	Cascais	Cabo da Roca	59	3	5	15	13	4	1	4	0,48	médio
Lisboa	Cascais	Azóia/residual	60	3	4	12	4	3	1	3	0,29	reduzido
Lisboa	Cascais	Abano	61	4	3	12	2	2	1	2	0,19	não significativo
Lisboa	Cascais	Guincho+Cristina	62	4	4	16	15	4	1	4	0,51	médio
Lisboa	Cascais	Quinta da Marinha	63	4	4	16	18	4	2	2	0,26	reduzido
Lisboa	Cascais	Guia	64	3	3	9	14	4	2	2	0,14	não significativo
Lisboa	Cascais	Cascais	65	3	2	6	64	5	2	2,5	0,12	não significativo
Lisboa	Cascais	Estoril	66	3	3	9	16	5	2	2,5	0,18	não significativo
Lisboa	Cascais	S.João do estoril	67	3	3	9	36	5	2	2,5	0,18	não significativo
Lisboa	Cascais	S.Pedro do estoril	68	3	3	9	8	3	2	1,5	0,11	não significativo
Lisboa	Cascais	Parede	69	5	3	15	9	3	2	1,5	0,11	não significativo

Tabela 8.6 – Avaliação do risco por frente urbana do POC-ACE (continuação).

Distrito	Concelho	Frente urbana	Frente Urbana nº	P.Ocorrência	Magnitude	Perigosidade A.	nº edifícios F.Risco em L.Arriba	Dano Potencial	C.Resposta	Vulnerabilidade	Índice de Risco	Grau de Risco
Lisboa	Cascais	Carcavelos	70	3	2	6	2	2	2	1	0,05	não significativo
Lisboa	Sesimbra	Bicas	71	4	5	20	24	5	1	5	0,8	muito elevado
Lisboa	Sesimbra	Cabo Espichel	72	4	5	20	11	3	1	3	0,48	médio

